

S.S. N. 4 "SALARIA"

**ADEGUAMENTO DEL TRATTO TRISUNGO-ACQUASANTA TERME.
TRATTO GALLERIA VALGARIZIA - ACQUASANTA TERME. LOTTO 2 DAL
KM 155+400 AL KM 159+000 (EX AN6)**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. AN257

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - ENGEKO - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giorgio Guiducci
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Roma n° 14035

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Vasco Truffini
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia A659

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Marco Abram
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A2808

IL RESPONSABILE DI PROGETTO

Pianificatore Territoriale Marco Colazza

IL R.U.P.

Dott. Ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

 **Sintagma**

Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Ing. L. Spaccini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. E. Bartolucci
Dott. Ing. L. Casavecchia
Dott. Geol. G. Cerquiglini
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Abram
Dott. Arch. C. Presciutti
Dott. Agr. F. Berti Nulli
Geom. S. Scopetta
Geom. M. Zucconi

MANDANTI:

 **GPI INGEGNERIA**
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. A. Belà
Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente

 **engeko**

Dott. Ing. C. Muller

 **GEOTECHNICAL DESIGN GROUP**

Dott. Ing. D. Carlaccini
Dott. Ing. C. Consorti
Dott. Ing. E. Loffredo
Dott. Ing. S. Sacconi

 **ICARIA**
società di ingegneria

Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. F. Macchioni
Dott. Ing. G. Verini
Dott. Ing. V. Piuanno
Dott. Ing. G. Pulli


Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI
ORDINE INGEGNERI
ROMA
N° 14035

**GEOLOGIA E GESTIONE MATERIE
GEOLOGIA
Documentazione indagini geognostiche progressse**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00-GE00-GE0-RE04-A			
DPAN257	D 22	T00GE00GEORE04		A	-
A	EMISSIONE	mag-22	R. Salucci	G. Cerquiglini	G. Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1 (PROGETTO PRELIMINARE 2004)

RELAZIONE SULL'INDAGINE GEOGNOSTICA

INDICE

1. LOGS STRATIGRAFICI E FOTO DELLE CASSETTE CATALOGATRICI	2
2. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEL MATERIALE ESTRATTO. SISTEMA BIENIAWSKI.....	10
3. CARATTERISTICHE DELLA FALDA ACQUIFERA	44
3.1 Prova di svuotamento e risalita. Prova 1	45
3.2 Prova di emungimento a livello costante.....	47
Prova di svuotamento e risalita, prova 2.	47
Prove Lugeon.....	47

1. LOGS STRATIGRAFICI E FOTO DELLE CASSETTE CATALOGATRICI

L'indagine geognostica si è avvalsa dei dati provenienti da un sondaggio a rotazione ad aste e carotaggio continuo ubicato in località S. Vito di Acquasanta Terme alla quota di 470.00m s.l.m. La perforazione è stata eseguita a secco per mezzo di carotiere semplice fino alla profondità di 27.20m dal p.c., successivamente fino a fondo foro mediante l'utilizzo del carotiere doppio tipo T6S. Ad ogni manovra di carotaggio è stata eseguita la ripulitura del foro, per mezzo di immissione di acqua. La profondità totale di investigazione è stata di -80.00m dal p.c. ossia fino a quota 390.00m s.l.m. E' importante specificare che in alcune manovre che hanno interessato i primi 27.20m di perforazione si è talvolta alternato l'utilizzo del carotiere semplice a quello del T6S.

Entrambi i carotieri sono a rotazione ma il secondo presenta una fustella interna di 1.50m di lunghezza che si apre a metà nel senso della lunghezza, all'interno della quale è ricoverata la carota indisturbata dalla manovra di. Il diametro di entrambe le tipologie di carotiere è pari a 101mm, ma la perforazione è proseguita tramite l'uso di tubi di rivestimento del foro con diametro pari a 127mm. L'utilizzo delle tubazioni di rivestimento si è reso necessario per via del tipo di litologie investigate ove, come sarà meglio spiegato in seguito, la scarsa qualità della roccia ha prodotto a luoghi il franamento delle pareti del foro in corso d'opera. Le carote estratte dal T6S sono state ivi analizzate per evitarne il disturbo derivante dalla sistemazione delle stesse nelle cassette catalogatrici.

Sono stati inoltre misurati i seguenti parametri:

- percentuale di carotaggio intesa come il rapporto fra la lunghezza della carota estratta e la lunghezza della manovra di carotaggio;
- R.Q.D.% uguale al rapporto fra la somma delle lunghezze dei singoli spezzoni di roccia con misura maggiore o uguale a 10cm e la lunghezza della manovra di carotaggio;
- tipologia di discontinuità rilevata: sono state distinte le fratture dai giunti di strato, riportando per entrambi i tipi l'inclinazione rispetto al piano ortogonale all'asse di rotazione;
- profondità delle discontinuità e dei giunti di strato dal p.c.

- JRC dedotto dai profili tipici di rugosità stimati mediante pettine di Barton. Le misurazioni sono state eseguite parallelamente alla direzione del giunto-frattura e perpendicolarmente alla stessa.

Dalle misurazioni in precedenza elencate, per ciascuna manovra di carotaggio sono stati dedotti i seguenti parametri riferiti alla qualità della roccia in relazione alle discontinuità presenti:

Grado di durezza							
Molto duro D1	Duro D2	Mediamente duro D3	Poco duro D4	Soffice D5			
Apertura							
Giunto molto serrato (<0,1mm) G1	Giunto serrato (0,1-0,25mm) G2	Giunto parzialm. serr. (0,25-0,5mm) G3	Giunto aperto (0,5-2,5mm) G4	Apertura ampia (2,5-10mm) G5	Apertura molto ampia (1-10cm) G6	Apertura estrem. ampia (10-100cm) G7	Giunto cavernoso (>1m) G8
Grado di fratturazione							
Poco fratturata (<1 fratt./m) F1	Fratturata (1-5 fratt./m) F2	Molto fratturata (6-10 fratt./m) F3	Estrem. Fratturata (11-20 fratt./m) F4	Triturata (>20 fratt./m) F5			
Grado di alterazione							
Assente A1	Poco alterata A2	Mediam. Alterata A3	Molto alterata A4	intensamente alt. A5			
Tipo di discontinuità							
fr =frattura	fg =faglia	str=superficie di strato	stl=stilolite	ss=slickenside	sc=scistosità		
Andamento							
E=giunto roccia-roccia strato	O=ondulato	P=planare	Ag=a gradini				
Riempimenti							
ca=calcite	ma=marna						
Spaziatura							
Fratture molto ravvicinate (<5cm) S1	Fratture ravvicinate (5-30cm) S2	Fratture moderat. ravv. (30-100cm) S3	Fratt.distanziate (100-300cm) S4	Fratt.molto dist. (>300cm) S5			

I parametri estrapolati sono stati utilizzati per classificare la roccia secondo il sistema Bieniawski.

Di seguito si riporta i logs stratigrafici e le foto delle cassette catalogatrici



Foto 1 – Da 0.00m-5.00m



Foto 2– Da 5.00m-10.00m



Foto 3– Da 10.00m-15.00m



Foto 4– Da 15.00m-20.00m



Foto 5– Da 20.00m-25.00m



Foto 6– Da 26.00m-31.00m



Foto 7– Da 31.00m-36.00m



Foto 8– Da 36.00m-41.00m



Foto 9– Da 41.00m-45.00m



Foto 10– Da 46.00m-50.60m



Foto 11– Da 50.60m-55.60m



Foto 12– Da 55.60m-60.00m



Foto 13– Da 60.00m-65.00m



Foto 14– Da 65.00m-70.00m



Foto 15– Da 70.00m-75.00m



Foto 16– Da 75.00m-80.00m

2. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEL MATERIALE ESTRATTO. SISTEMA BIENIAWSKI.

Questo sistema di classificazione si basa sulla definizione di sei coefficienti mediante l'utilizzo dei parametri misurati sulle carote estratte dal sondaggio. Ad ognuno dei coefficienti di Bieniawski è assegnato un valore:

- R1 = resistenza alla compressione uniassiale della roccia inalterata
- R2 = indice R.Q.D.
- R3 = spaziatura delle discontinuità
- R5 = condizioni idrauliche
- R6 = orientamento delle discontinuità

Parametri		Valori						
Resistenza alla compressione uniassiale (Mpa)		>250	100-250	100-50	50-25	5-25	1-5	<1
Coefficiente R1		15	12	7	4	2	1	0
R.Q.D. (%)		90-100	75-90	50-75	25-50		<25	
Coefficiente R2		20	17	13	8		3	
Spaziatura delle discontinuità		>2 m	0,6-2 m	60-20cm	20-60cm		<6 cm	
Coefficiente R3		20	15	10	8		5	
Condizioni delle discontinuità		Superfici molto rugose non alterate.	Superfici poco rugose. Separazione discontinuità <1mm. Poco alterate	Superfici poco rugose. Separazione discontinuità <1mm. Molto alterate	Superfici lisce o riempimento <5 mm di spessore o giunti aperti 1-5mm e continui	Riempimento soffice > 5mm di spessore o giunti aperti > 5mm continui		
Coefficiente R4 = A+B+C+D+E		30	25	20	10	0		
Dettagli sul Coefficiente R4 = A+B+C+D+E								
Lunghezza delle discontinuità		<1m	1-3m	3-10m	10 - 20m	>20m		
Coefficiente A		6	4	2	1	0		
Apertura		nessuna	<0,1m	0,1 -1mm	1 - 5mm	>5mm		
Coefficiente B		6	5	4	1	0		
Rugosità		Molto rugosa	Rugosa	Leggermente rugosa	Liscia	Levigata		
Coefficiente C		6	5	3	1	0		
Riempimento		nessuno	Materiale duro <5mm	Materiale duro >5mm	Materiale tenero <5mm	Materiale tenero >5mm		
Coefficiente D		6	4	2	2	0		
Alterazione		Inalterata	Leggermente alterata	Moderatam. alterata	Molto alterata	Decomposta		
Coefficiente E		6	5	3	1	0		
Condizioni idrauliche	Venute d'acqua su 10m di lunghezza (l/min)	nessuna	<10	10-25	25-125	>125		
	Condizioni generali	asciutto	umido	bagnato	stillicidio	venute d'acqua		
Coefficiente R5		15	10	7	4	0		
Orientamento discontinuità		Molto favorevole	Favorevole	Poco favorevole	Sfavorevole	Molto sfavorevole		
Direzione di immersione ed inclinazione								
Coefficiente R6	Gallerie	0	-2	-5	-10	-12		
	Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25		
	Pendii	0	-5	-25	-50	-60		

Il parametro R4 è il risultato della somma dei cinque coefficienti A, B, C, D, E ai quali si assegnano singolarmente valori variabili da 0 a 6. Le condizioni idrauliche possono essere definite dall'analisi delle venute d'acqua su 10m di lunghezza, nel caso di un affioramento roccioso, oppure come condizioni generali.

Dalla somma dei sopraelencati coefficienti è possibile ricavare l'indice RMR_{base} (Rock Massive Rating) che ci fornisce una stima del comportamento dell'ammasso roccioso, in funzione della presenza di discontinuità che nel complesso modificano la resistenza puntuale del singolo campione di roccia. Più in particolare:

$$RMR_{base} = R1+R2+R3+R4+R5$$

Sulla base dell'indice RMR_{base} si calcola l'indice $RMR_{corretto}$ mediante l'utilizzo del parametro R6, funzione dell'orientazione delle discontinuità della roccia riguardo al fronte di avanzamento e alla tipologia di opera da eseguire (gallerie, fondazioni, pendii).

$$RMR_{corretto} = R1+R2+R3+R4+R5+R6$$

pertanto

$$RMR_{corretto} = RMR_{base} + R6$$

Più in particolare per quanto riguarda l'esecuzione di gallerie possono essere utilizzati come riferimento i seguenti valori:

Direzione perpendicolare all'asse della galleria: scavo nel verso dell'inclinazione

Inclinazione:	<20°	20° - 45°	45° - 90°
	mediocre	favorevole	molto favorevole

Direzione perpendicolare all'asse della galleria: scavo nel verso opposto all'inclinazione

Inclinazione:	<20°	20° - 45°	45° - 90°
	mediocre	sfavorevole	mediocre

Direzione parallela all'asse della galleria

Inclinazione	<20°	20° - 45°	45° - 90°
	mediocre	sfavorevole	molto sfavorevole

Per una pendenza compresa fra 0° e 20°, l'effetto è sfavorevole qualunque sia la direzione.

In definitiva, l'indice RMR assume i seguenti valori:

Classi di qualità dell'ammasso roccioso	Valori				
RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	<20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Ottima	Buona	Discreta	Scadente	Molto scadente
Coesione (Kpa)	>400	300-400	200-300	100-200	<200
Angolo di attrito (°)	>45	35-45	25-35	15-25	<15

Di seguito si riportano i parametri di resistenza e di elasticità calcolati in base dell'indice RMR_{base} in quanto peculiarità dell'ammasso roccioso indipendentemente dall'orientamento delle discontinuità.

$$c' \text{ (coesione)} = 5 * RMR_{base} \quad (\text{KPa})$$

$$\Phi' \text{ (angolo di attrito interno)} = 5 + RMR_{base}/2 \quad (^\circ)$$

modulo di deformabilità

$$\text{di Bieniawski} \quad E_d = 2 * RMR_{base} - 100 \quad (\text{GPa}) \quad \text{con } RMR_{base} > 50$$

$$\text{di Serafim e Pereira} \quad E_d = 10^{(RMR_{base} - 10)/40} \quad (\text{GPa}) \quad \text{con } RMR_{base} < 50$$

Il valore dell'R.Q.D. può essere dedotto anche per via indiretta dalla relazione di *Palmstrom*:

$$RQD = 115 - 3.3 * J_v$$

dove

$J_v = n^\circ$ di fratture/m³ si può ricavare dal rapporto 100/spaziatura

L'indice RMR ottenuto dalla classificazione di Bieniawski, può essere inoltre correlato con l'indice Q (classificazione di Barton) e con l'indice RSR (classificazione di Wickham) mediante le seguenti relazioni:

$$RMR = 9 \ln Q + 44$$

$$RMR = \frac{RSR - 12.4}{0.77}$$

In funzione dell'indice RMR e dunque della qualità della roccia, saranno adottate metodologie differenti nell'esecuzione dello scavo soprattutto riguardo alle opere temporanee di sostegno dello stesso.

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA PER METRO DI CAROTA ESTRATTA

Sulla base dei parametri calcolati sulle carote estratte dal sondaggio, si propone la classificazione dell'ammasso roccioso secondo il metodo di Bieniawski per ogni metro di campione di roccia perforata.

Si ricorda che il (passaggio Marne con Cerrognà/Bisciario) è ubicato nell'intervallo di profondità che va da -45.00mt a -56.00mt pertanto indicativamente posto a a -50.00mt dal p.c.; la classificazione sarà riferita ad entrambi i tipi litologici.

I valori calcolati riguardano l'indice RMR di Bieniawski unitamente ad una stima della resistenza meccanica della roccia. Sono inoltre riportati i valori equivalenti dell'indice di Barton (Q_{index}) e del Rock Structure Rating (RSR_{index}) di Wickham, entrambi valutati a partire dall'RMR.

L'indice RMR di Bieniawski per metro di carota estratta è stato calcolato partendo da alcune considerazioni riferite alla scelta del parametro R5 e del coefficiente "E" del parametro R4.

Dall'analisi delle stratigrafie si può estrapolare la media, per intervalli significativi di carota estratta, dell'inclinazione dei giunti di strato, così come di seguito riportato.

INCLINAZIONE GIUNTI						
Intervalli di profondità						
Profondità dal p.c.	30 - 40	40 - 43	43 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80
	10	34	17	17	20	20
	22	40	10	15	15	20
	27	50	22	15	18	20
	17	35	20	20	25	20
	37	40	20	10	14	18
	13	35	20	20	12	20
	30	45	20	17	10	20
			15	22	12	5
			20	18	20	3
			20	14	20	20
			20	18	18	5
			20	20	15	20
			20	18	20	10
			17		25	20
					20	21
					21	15
					10	25
					10	21
						20
						25
						15
						20
						20
						20
						20
Media delle inclinazioni nei singoli intervalli	22,28571	39,85714	18,64286	17,23077	16,94444	17,61538

Dalla tabella si osserva che, eccetto l'intervallo -40.00m/-43.00m equivalente a soli 3.00m di carota su 80.00m, le inclinazioni dei giunti hanno un valore che si aggira intorno ai 20°, spesso inferiore.

In funzione della scelta del parametro R5 e per semplicità di calcolo è lecito considerare, a favore della sicurezza e riguardo all'andamento generale delle giaciture, una pendenza degli strati compresa fra 0° e 20°: l'effetto è sfavorevole qualunque sia la direzione.

Analogo discorso va fatto per la valutazione del coefficiente "E" del parametro R4, partendo dall'osservazione delle carote estratte dal sondaggio che di frequente si presentavano umide e più sporadicamente secche o bagnate.

Pertanto ed in linea generale:

R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole

Dai -27.20m ai -31.00m la classificazione geomeccanica è stata eseguita mediante l'utilizzo dei parametri riferiti a tratti di lunghezza di materiale lapideo estratto pari a quella della manovra di carotaggio effettuata. Di seguito si riporta la l'indice RMR per ogni metro di profondità del sondaggio.

27.20m/28.20m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale : 5 MPa
 R2 ---- RQD : 78%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,2 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : < 0,1 mm
 R4c --- Rugosità : Leggermente rugosa
 R4d --- Riempimento : <5 mm mater. duro
 R4e --- Alterazione : Inalterata
 R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	54,6	44,6
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	32,3	27,3
c (KPa)	273	223,2
Ed (GPa)	9,2	7,35
Q index	3,247	1,074
RSR index	53,3	46,91

28.20m/29.50m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale : 5 MPa
 R2 ---- RQD : 36%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,3 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : 0,1 - 1 mm
 R4c --- Rugosità : Leggermente rugosa

R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Inalterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	49,3	39,9
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	29,7	25
c (KPa)	246,67	199,5
Ed (GPa)	9,62	5,59
Q index	1,809	0,634
RSR index	49,92	43,87

29.50m/31.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 0,25 MPa
R2 ---- RQD	: 0%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,5 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Levigata
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. tenero
R4e --- Alterazione	: Decomposta
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	25	18
Classe	IV	V
Descrizione	Scadente	Pessimo
ϕ (°)	17,5	14
c (KPa)	125	90
Ed (GPa)	2,37	1,58
Q index	0,121	0,056
RSR index	34,31	29,81

31.00m/32.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 1 MPa
R2 ---- RQD	: 16%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,2 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: < 0,1 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Leggermente alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido

R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	40	31,5
Classe	IV	IV
Descrizione	Scadente	Scadente
ϕ (°)	25	20,8
c (KPa)	200	157,5
Ed (GPa)	5,62	3,45
Q index	0,641	0,249
RSR index	43,93	38,48

 32.00m/33.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix : 0,25 MPa
 R2 ---- RQD : 23,5%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,05 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : > 5 mm
 R4c --- Rugosità : Levigata
 R4d --- Riempimento : >5 mm mater. tenero
 R4e --- Alterazione : Molto alterata
 R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	21	14,4
Classe	IV	V
Descrizione	Scadente	Pessimo
ϕ (°)	15,5	12,2
c (KPa)	105,01	72,01
Ed (GPa)	1,88	1,29
Q index	0,078	0,037
RSR index	31,74	27,5

 33.00m/34.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix : 100 MPa
 R2 ---- RQD : 31%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,6 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : < 0,1 mm
 R4c --- Rugosità : Leggermente rugosa
 R4d --- Riempimento : <5 mm mater. duro
 R4e --- Alterazione : Poco alterata
 R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole

Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	51	41,4
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	30,5	25,7
c (KPa)	254,79	206,81
Ed (GPa)	1,92	6,08
Q index	2,167	0,746
RSR index	50,97	44,81

34.00m/35.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 46%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,6 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	41,2	32,6
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	25,6	21,3
c (KPa)	206	162,9
Ed (GPa)	6,03	3,67
Q index	0,733	0,281
RSR index	44,7	39,17
RSR index	47,27	41,48

35.00m/36.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 45%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,45 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Inalterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	50	40,5
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	30	25,3
c (KPa)	250	202,5
Ed (GPa)	10	5,79
Q index	1,948	0,678
RSR index	50,35	44,25

36.00m/37.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 45%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,65 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	54	44,1
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	32	27,1
c (KPa)	270	220,5
Ed (GPa)	8	7,12
Q index	3,038	1,011

37.00/m38.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 0,25 MPa
R2 ---- RQD	: 0%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,05 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Liscia
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. tenero
R4e --- Alterazione	: Decomposta
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	21	14,4
Classe	IV	V
Descrizione	Scadente	Pessimo
ϕ (°)	15,5	12,2
c (KPa)	105,01	72,01
Ed (GPa)	1,88	1,29
Q index	0,078	0,037
RSR index	31,74	27,5

38.00m/39.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 1 MPa
R2 ---- RQD	: 14%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,1 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	36	27,9
Classe	IV	IV
Descrizione	Scadente	Scadente
ϕ (°)	23	19
c (KPa)	180	139,5
Ed (GPa)	4,47	2,8
Q index	0,411	0,167
RSR index	41,37	36,17

39.00m/40.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 5 MPa
R2 ---- RQD	: 81%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,2 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	45,2	36,2

Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	27,6	23,1
c (KPa)	226	180,9
Ed (GPa)	7,59	4,51
Q index	1,143	0,419
RSR index	47,27	41,48

40.00m/41.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 5 MPa
R2 ---- RQD	: 81%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,2 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	45,2	36,2
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	27,6	23,1
c (KPa)	226	180,9
Ed (GPa)	7,59	4,51
Q index	1,143	0,419
RSR index	47,27	41,48

41.00m/42.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 58%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,17 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Inalterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	48,6	39,2
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	29,3	24,6

c (KPa)	243	196,2
Ed (GPa)	9,23	5,38
Q index	1,667	0,589
RSR index	49,45	43,45

42.00m/43.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 63%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,11 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Leggermente alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	47,6	38,3
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	28,8	24,2
c (KPa)	238	191,7
Ed (GPa)	8,71	5,11
Q index	1,492	0,533
RSR index	48,81	42,87

43.00m/44.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 92%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,15 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Liscia
R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Inalterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	57,3	47
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	33,6	28,5
c (KPa)	286,36	235,22

Ed (GPa)	14,54	8,44
Q index	4,369	1,402
RSR index	55,02	48,45

44.00m/45.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 76%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,16 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Inalterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	54,2	44,3
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	32,1	27,1
c (KPa)	271	221,4
Ed (GPa)	8,4	7,19
Q index	3,106	1,032
RSR index	53,05	46,68

45.00m/46.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 61%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,4 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Leggermente alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	46,2	37,1
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	28,1	23,5
c (KPa)	231	185,4
Ed (GPa)	8,04	4,75
Q index	1,277	0,464

46.00m/47.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 5 MPa
R2 ---- RQD	: 93%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,21 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	52,6	42,8
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	31,3	26,4
c (KPa)	263	214,2
Ed (GPa)	5,2	6,62
Q index	2,6	0,879
RSR index	52,02	45,76

47.00m/48.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 29%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,23 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Liscia
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	38	29,7
Classe	IV	IV
Descrizione	Scadente	Scadente
ϕ (°)	24	19,9
c (KPa)	190	148,5
Ed (GPa)	5,01	3,11
Q index	0,513	0,204
RSR index	42,65	37,32

48.00m/49.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 29%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,15 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Inalterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	48,9	39,5
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	29,4	24,7
c (KPa)	244,36	197,42
Ed (GPa)	9,37	5,46
Q index	1,718	0,605
RSR index	49,63	43,6

49.00m/50.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 100%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,14 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	52,9	43,1
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	31,4	26,5
c (KPa)	264,36	215,42
Ed (GPa)	5,74	6,72
Q index	2,68	0,903
RSR index	52,19	45,91

50.00m/51.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 5 MPa
R2 ---- RQD	: 51%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,1 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. tenero
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	42,2	33,5
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	26,1	21,7
c (KPa)	211	167,4
Ed (GPa)	6,38	3,86
Q index	0,819	0,311
RSR index	45,34	39,75

51.00m/52.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 49%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,3 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	49,8	40,3
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	29,9	25,2
c (KPa)	249	201,6
Ed (GPa)	9,89	5,73
Q index	1,905	0,664
RSR index	50,22	44,14

(Nota: ricostruzione da fotografia)

52.00m/53.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 44%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,15 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Molto rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. tenero
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	39,8	31,3
Classe	IV	IV
Descrizione	Scadente	Scadente
ϕ (°)	24,9	20,7
c (KPa)	199	156,6
Ed (GPa)	5,56	3,41
Q index	0,627	0,244
RSR index	43,8	38,36

53.00m/54.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 12%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,37 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Inalterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	44	35,1
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	27	22,6
c (KPa)	220	175,5
Ed (GPa)	7,08	4,24
Q index	1	0,372
RSR index	46,5	40,79

54.00m/55.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 11%

R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,13 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	43,9	35
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	26,9	22,5
c (KPa)	219,36	174,92
Ed (GPa)	7,03	4,21
Q index	0,986	0,367
RSR index	46,42	40,71

55.00m/56.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 5 MPa
R2 --- RQD	: 18%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,09 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Molto rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. tenero
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	39	30,6
Classe	IV	IV
Descrizione	Scadente	Scadente
ϕ (°)	24,5	20,3
c (KPa)	195	153
Ed (GPa)	5,31	3,27
Q index	0,574	0,226
RSR index	43,29	37,9

56.00m/57.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 5 MPa
R2 --- RQD	: 54%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,3 m

R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Molto rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Leggermente alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	52,8	43
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	31,4	26,5
c (KPa)	264	215,1
Ed (GPa)	5,6	6,69
Q index	2,659	0,897
RSR index	52,15	45,87

57.00m/58.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 --- RQD	: 83%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,1 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	55,5	45,4
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	32,7	27,7
c (KPa)	277,36	227,12
Ed (GPa)	10,94	7,68
Q index	3,577	1,171
RSR index	53,86	47,41

58.00m/59.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 --- RQD	: 47%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,07 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm

R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	41,4	32,8
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	25,7	21,4
c (KPa)	207	163,8
Ed (GPa)	6,1	3,71
Q index	0,749	0,287
RSR index	44,83	39,29

59.00m/60.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 --- RQD	: 56%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,09 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	42,2	33,5
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	26,1	21,7
c (KPa)	211	167,4
Ed (GPa)	6,38	3,86
Q index	0,819	0,311
RSR index	45,34	39,75

60.00m/61.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 --- RQD	: 51%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,15 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa

R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Molto favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	43,2	38,9
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	26,6	24,4
c (KPa)	216	194,4
Ed (GPa)	6,76	5,27
Q index	0,915	0,566
RSR index	45,99	43,21

61.00m/62.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 --- RQD	: 36%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,14 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	40,3	31,8
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	25,2	20,9
c (KPa)	201,67	159
Ed (GPa)	5,73	3,51
Q index	0,665	0,258
RSR index	44,15	38,67

62.00m/63.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 --- RQD	: 10%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0,1 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Liscia
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. tenero

R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	31,9	24,2
Classe	IV	IV
Descrizione	Scadente	Scadente
ϕ (°)	20,9	17,1
c (KPa)	159,36	120,92
Ed (GPa)	3,52	2,26
Q index	0,26	0,111
RSR index	38,72	33,78

63.00m/64.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 0%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,08 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Decomposta
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	35,9	27,8
Classe	IV	IV
Descrizione	Scadente	Scadente
ϕ (°)	22,9	18,9
c (KPa)	179,36	138,92
Ed (GPa)	4,43	2,78
Q index	0,405	0,165
RSR index	41,28	36,09

64.00m/65.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix	: 100 MPa
R2 ---- RQD	: 8,5%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,19 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Molto alterata

R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	45,3	36,3
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	27,6	23,1
c (KPa)	226,46	181,31
Ed (GPa)	7,63	4,53
Q index	1,154	0,423
RSR index	47,33	41,53

65.00m/66.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale : 25 MPa
 R2 ---- RQD : 8,5%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,23 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : 1 - 5 mm
 R4c --- Rugosità : Leggermente rugosa
 R4d --- Riempimento : <5 mm mater. duro
 R4e --- Alterazione : Poco alterata
 R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	38	29,7
Classe	IV	IV
Descrizione	Scadente	Scadente
ϕ (°)	24	19,9
c (KPa)	190	148,5
Ed (GPa)	5,01	3,11
Q index	0,513	0,204
RSR index	42,65	37,32

66.00m/67.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale : 100 MPa
 R2 ---- RQD : 0%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,08 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : 1 - 5 mm
 R4c --- Rugosità : Leggermente rugosa
 R4d --- Riempimento : <5 mm mater. duro
 R4e --- Alterazione : Leggermente alterata

R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	44,3	35,4
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	27,1	22,7
c (KPa)	221,46	176,81
Ed (GPa)	7,2	4,31
Q index	1,033	0,383
RSR index	46,69	40,96

67.00m/68.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix : 100 MPa
 R2 ---- RQD : 47%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,27 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : 1 - 5 mm
 R4c --- Rugosità : Liscia
 R4d --- Riempimento : <5 mm mater. duro
 R4e --- Alterazione : Poco alterata
 R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	48,7	39,3
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	29,3	24,7
c (KPa)	243,46	196,61
Ed (GPa)	9,27	5,41
Q index	1,684	0,595
RSR index	49,51	43,5

68.00m/69.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione unix : 50 MPa
 R2 ---- RQD : 38%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,93 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : 0,1 - 1 mm
 R4c --- Rugosità : Molto rugosa
 R4d --- Riempimento : Nessuno
 R4e --- Alterazione : Molto alterata
 R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido

R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	56,9	46,7
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	33,4	28,3
c (KPa)	284,36	233,42
Ed (GPa)	13,74	8,26
Q index	4,179	1,348
RSR index	54,76	48,22

69.00m/70.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale : 50 MPa
 R2 ---- RQD : 50%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,23 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : 1 - 5 mm
 R4c --- Rugosità : Molto rugosa
 R4d --- Riempimento : <5 mm mater. tenero
 R4e --- Alterazione : Molto alterata
 R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	46,9	37,7
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	28,4	23,8
c (KPa)	234,36	188,42
Ed (GPa)	8,35	4,92
Q index	1,376	0,496
RSR index	48,34	42,45

70.00m/71.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale : 50 MPa
 R2 ---- RQD : 63%
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 0,22 m
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 3 - 10 m
 R4b --- Apertura discontinuità : 0,1 - 1 mm
 R4c --- Rugosità : Leggermente rugosa
 R4d --- Riempimento : <5 mm mater. duro
 R4e --- Alterazione : Decomposta
 R5 ---- Condizioni idrauliche : Umido
 R6 --- Orientamento discontinuità (galleria) : Poco favorevole
 Alterabilità della massa rocciosa : Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	50,5	40,9
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	30,2	25,5
c (KPa)	252,36	204,62
Ed (GPa)	0,94	5,93
Q index	2,052	0,711
RSR index	50,65	44,53

71.00m/72.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 100 MPa
R2 ---- RQD	: 57%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,12 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Leggermente alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	55,7	45,6
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	32,8	27,8
c (KPa)	278,46	228,11
Ed (GPa)	11,38	7,77
Q index	3,666	1,198
RSR index	54	47,54

72.00m/73.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 100 MPa
R2 ---- RQD	: 57%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,15 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Liscia
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Leggermente alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	53,7	43,8
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	31,8	26,9
c (KPa)	268,46	219,11
Ed (GPa)	7,38	7,01
Q index	2,935	0,98
RSR index	52,72	46,39

73.00/m74.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 63%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,2 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	51,5	41,8
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	30,7	25,9
c (KPa)	257,36	209,12
Ed (GPa)	2,94	6,25
Q index	2,294	0,785
RSR index	51,3	45,1

74.00m/75.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 65%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,16 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	48,9	39,5
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	29,4	24,7
c (KPa)	244,36	197,42
Ed (GPa)	9,37	5,46
Q index	1,718	0,605
RSR index	49,63	43,6

75.00m/76.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 72%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,13 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	47,3	38
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	28,6	24
c (KPa)	236,36	190,22
Ed (GPa)	8,55	5,02
Q index	1,438	0,516
RSR index	48,6	42,68

76.00m/77.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 67%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,08 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	51,3	41,6
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	30,6	25,8
c (KPa)	256,36	208,22
Ed (GPa)	2,54	6,18
Q index	2,243	0,77
RSR index	51,17	44,99

77.00m/78.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 25 MPa
R2 ---- RQD	: 62%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,11 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 0,1 - 1 mm
R4c --- Rugosità	: Molto rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. tenero
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	49,4	40
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	29,7	25
c (KPa)	247	199,8
Ed (GPa)	9,66	5,61
Q index	1,822	0,638
RSR index	49,97	43,91

78.00m/79.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 35%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,2 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: 1 - 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: <5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

base	corretto
-------------	-----------------

RMR	42,9	34,1
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	26,4	22
c (KPa)	214,36	170,42
Ed (GPa)	6,63	4
Q index	0,882	0,332
RSR index	45,78	40,14

79.00m/80.00m

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 50 MPa
R2 ---- RQD	: 70%
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0,1 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 3 - 10 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugosa
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Leggermente alterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Umido
R6 --- Orientamento discontinuità (galleria)	: Poco favorevole
Alterabilità della massa rocciosa	: Bassa resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	48,9	39,5
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ (°)	29,4	24,7
c (KPa)	244,36	197,42
Ed (GPa)	9,37	5,46
Q index	1,718	0,605
RSR index	49,63	43,6

Si ricorda che il limite stratigrafico Marne con Cerrognana/Bisciaro si può ritenere ubicato a -50.00mt dal p.c.

Alla luce dei calcoli effettuati, si riporta ora una tabella riassuntiva della classificazione di Bieniawski per ogni metro di carota estratta.

Profondità dal p.c.	RMR base	RMR corretto
28,20-29,50	III	IV
29,50-31,00	IV	V
31,00-32,00	IV	IV
32,00-33,00	IV	V
33,00-34,00	III	III
34,00-35,00	III	IV
35,00-36,00	III	III
36,00-37,00	III	III
37,00-38,00	IV	V
38,00-39,00	IV	IV
39,00-40,00	III	IV
40,00-41,00	III	IV
41,00-42,00	III	IV
42,00-43,00	III	IV
43,00-44,00	III	III
44,00-45,00	III	III
45,00-46,00	III	IV
46,00-47,00	III	III
47,00-48,00	IV	IV
48,00-49,00	III	IV
49,00-50,00	III	III
50,00-51,00	III	IV
51,00-52,00	III	III
52,00-53,00	IV	IV
53,00-54,00	III	IV
54,00-55,00	III	IV
55,00-56,00	IV	IV
56,00-57,00	III	III
57,00-58,00	III	III
58,00-59,00	III	IV
59,00-60,00	III	IV
60,00-61,00	III	IV
61,00-62,00	III	IV
62,00-63,00	IV	IV
63,00-64,00	IV	IV
64,00-65,00	III	IV
65,00-66,00	IV	IV
66,00-67,00	III	IV
67,00-68,00	III	IV
68,00-69,00	III	III
69,00-70,00	III	IV
70,00-71,00	III	III
71,00-72,00	III	III
72,00-73,00	III	III
73,00-74,00	III	III
74,00-75,00	III	IV
75,00-76,00	III	IV
76,00-77,00	III	III
77,00-78,00	III	IV
78,00-79,00	III	IV
79,00-80,00	III	IV

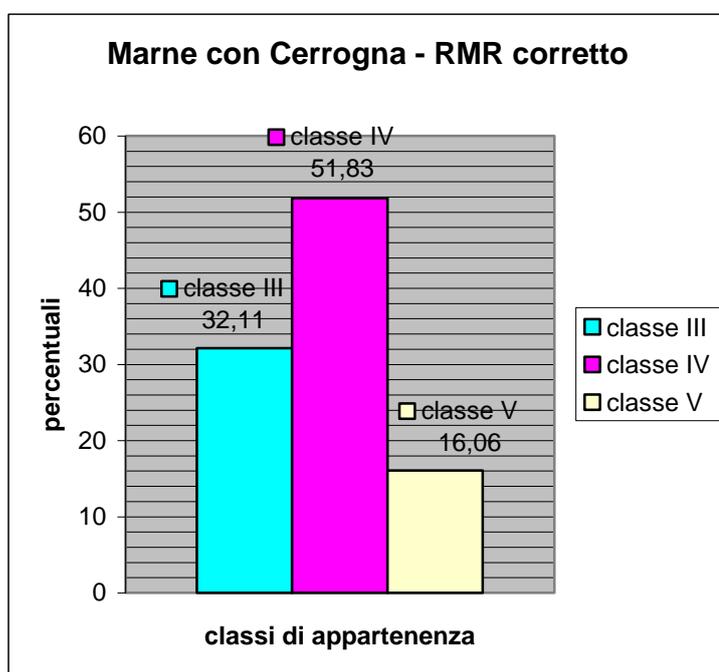
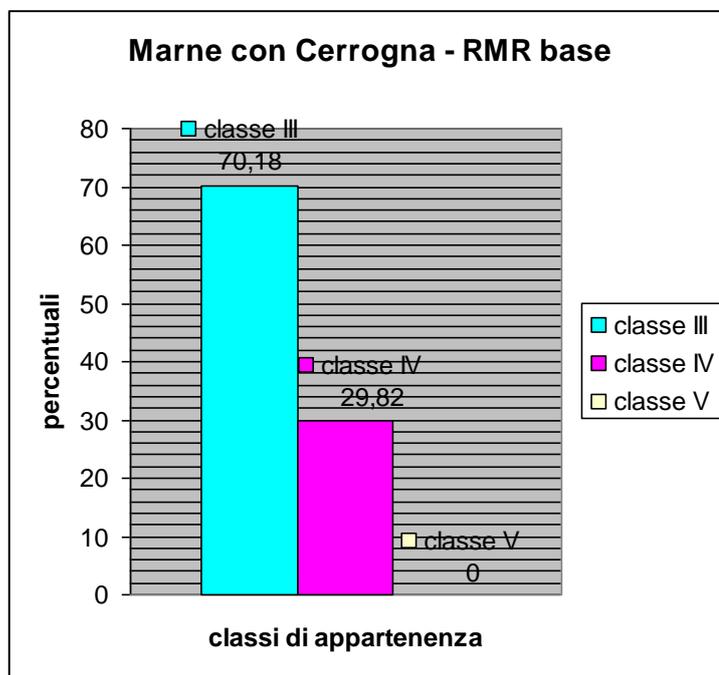
Passaggio
Marne con Cerroigna/Bisciario

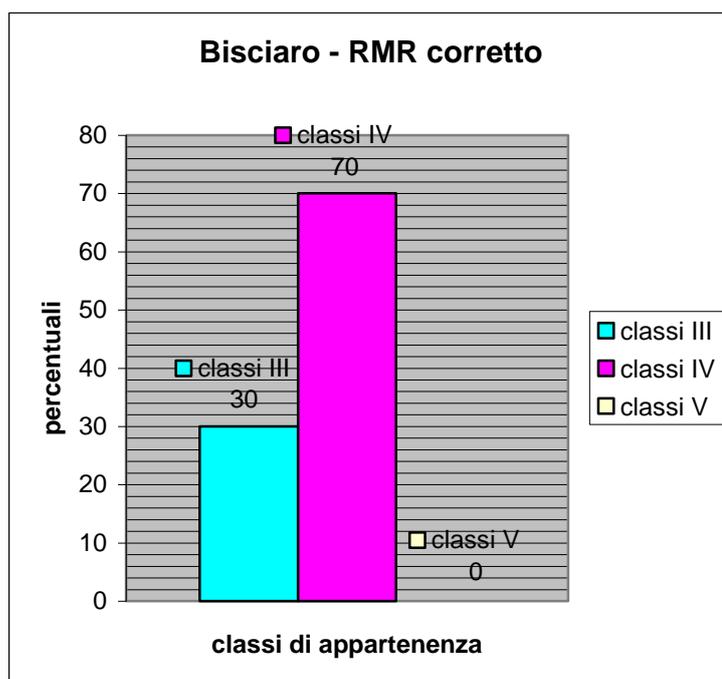
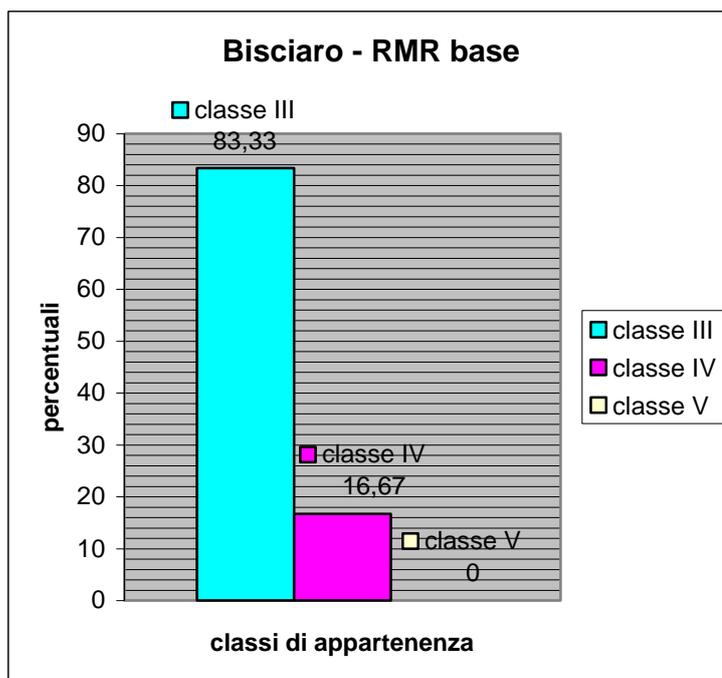
Pertanto in considerazione del passaggio stratigrafico, la classificazione può essere così schematicamente riassunta:

	RMR base			RMR corretto		
	classe III	classe IV	classe V	classe III	classe IV	classe V
Spessore Marne con Cerroigna 21,80mt	15,30mt	6,50mt	0,00mt	7,00mt	11,30mt	3,50mt
Spessore Bisciario 30mt	25,00mt	5,00mt	0,00mt	9,00mt	21,00mt	0,00mt

Spessore totale carote estratte = 51,80mt

Di seguito si riportano i grafici di frequenza che illustrano, sia per le Marne con Cerroghna che per il Bisciario, le percentuali relative delle tre classi di appartenenza sia per l' RMR_{base} che per quello corretto.





In conclusione la qualità della roccia estratta, sia per le Marne con Cerroghna che per il Bisciario, è riferibile alla **classe III** in relazione all'indice RMR_{base} e alla **classe IV** in funzione dell' $RMR_{corretto}$.

	RMR base			RMR corretto		
	classe III	classe IV	classe V	classe III	classe IV	classe V
Marne con Cerroghna	70,18%	29,82%	0,00%	32,11%	51,83%	16,06%
Bisciario	83,33%	16,67%	0,00%	30,00%	70,00%	0,00%

3. CARATTERISTICHE DELLA FALDA ACQUIFERA

In corso di sondaggio sono stati quotidianamente rilevati i livelli di falda all'apertura del cantiere (sigla "m") e alla chiusura dello stesso (sigla "s"), allo scopo di ricostruire l'idrogeologia del sito.

Di seguito si riportano le misurazioni effettuate.

LIVELLI DI FALDA GIORNALIERI				
Data	Profondità del foro (m)		Profondità del rivestimento (m)	Livello (m)
14/10/2003s	20		18	-16,07
15/10/2003m	20		18	-17,08
15/10/2003s	26		24	-10,35
16/10/2003m	26		24	-11,2
16/10/2003s	37		27	-16,32
17/10/2003m	37		27	-14,77
17/10/2003s	40,7		27	-19,34
20/10/2003m	40,7		27	-21,68
21/10/2003s	48,8		48	-0,3
23/10/2003m	49,6		48	-21,6
23/10/2003s	57,9		57	-3
24/10/2003m	57,9		57	-19,8
24/10/2003s	62,2		60	-12,6
28/10/2003m	62,2		60	-22,6
28/10/2003s	66,9		64	-17,3
29/10/2003m	66,9		64	-21,75
29/10/2003s	73,9		73,5	-15,05
30/10/2003m	73,9		73,5	-20,89
03/11/2003m	80		73,5	-53,72
04/11/2003m	80		50	-21,8

E' importante evidenziare la dipendenza dei livelli piezometrici dalla circolazione di fluidi nel foro di sondaggio, in corso di manovra di ripulitura dello stesso.

Dall'esame della tabella si osserva che a seguito della sospensione del cantiere quindi dell'immissione di acqua, la mattina della data di ripresa dei lavori il livello di falda si attestava intorno ai -21.00 - -22.00m dal p.c, così come evidenziato in grassetto nella tabella sopra riportata.

Più in particolare, la mattina del giorno 20/10/2003 (dopo 3 giorni di sospensione dei lavori) si è rilevato che il livello di falda si era stabilizzato a -21.68m dal p.c all'interno del foro di sondaggio avente (al momento della misurazione) profondità di - 40.70m dal p.c.

3.1 Prova di svuotamento e risalita. Prova 1

Al termine della giornata del 30/10/2003 alle ore 16.50 si è proceduti alla preparazione del foro per l'esecuzione delle prove Lugeon, eseguendo il pompaggio dell'acqua al fine di ottenere lo svuotamento e la ripulitura dello stesso.

La tubazione di rivestimento è stata estratta fino alla profondità di -73.50m dal p.c.; si ricorda che il fondo del foro è ubicato a -80.00m dal p.c.

In 24'45" il foro è stato svuotato ed il livello piezometrico è sceso da -15.25m dal p.c. a -78.37m, ottenendo un abbattimento del livello di falda di 63.12m con una portata emunta di 560lt. A questo punto si è fissato il "tempo zero" e si sono registrati i livelli piezometrici di risalita della falda per gli intervalli di tempo considerati a partire dal "tempo zero". Alle 18.44 del 30/10/2003 si è chiuso il cantiere eseguendo l'ultima lettura piezometrica della giornata che ha rilevato il livello di falda a -72.48m dal p.c.

Le letture registrate per i diversi intervalli di tempo hanno evidenziato una risalita molto lenta a dimostrazione della bassa velocità di percolazione dell'acqua nei terreni in posto.

All'apertura del cantiere alle ore 8.00 del giorno 31/10/2003 il livello della falda si era attestato a -62.68m dal p.c., trascorsi 962' dal "tempo zero".

Di seguito si riporta la tabella delle letture effettuate nei vari intervalli di tempo trascorsi.

3.2 Prova di emungimento a livello costante.

Prova di svuotamento e risalita, prova 2.

Prove Lugeon

Il giorno 31/10/2003 alle ore 9.00 è stato fissato il “tempo zero” per l’esecuzione della prova di emungimento a livello costante, durante la seconda operazione di svuotamento del foro.

La prova consiste nel procedere per tentativi fino al raggiungimento della condizione per cui attingendo acqua dal foro, il livello piezometrico si mantiene costante. La portata necessaria a mantenere costante il livello della falda a -70.90m per un tempo 2’min19”sec, è stata pari a 0.50lt. Scaturisce una portata equivalente di 3.59×10^{-3} lt/sec.

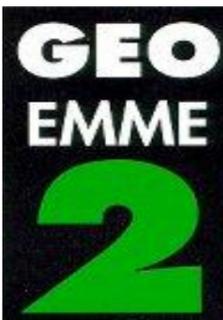
Il medesimo giorno alle ore 9.30 si è concluso il secondo svuotamento del foro, abbattendo il livello di falda da -62.68m dal p.c. a -78.37m.

Il giorno 03/11/2003 alle ore 11.30, trascorse 74h, l’acqua è risalita di 24.85m raggiungendo il livello piezometrico di -53.52m dal p.c.

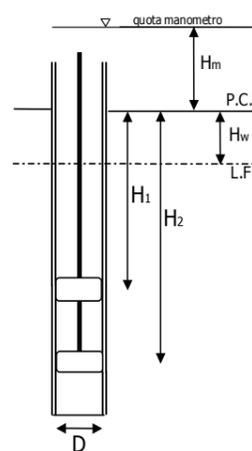
Le operazioni successive sono state l’esecuzione delle prove Lugeon.

Di seguito le tabelle relative alla prova di emungimento, alla seconda prova di svuotamento e alle prove Lugeon.

DATI PROVA LUGEON 1

COMMITTENTE:	ANAS ANCONA			
LAVORO	SS4 VARIANTE	RIF.:	03356	
LOCALITA'	QUASANTA TERME	DATA	03/11/2003	
PROVA DI PERMEABILITA' LUGEON		SOND. N°	1	
		PROVA N°	1	
		ORA INIZIO	14:00	
Geologo di cantiere	Dr. Geol. Gianluca Venturini	ORA FINE	15:00	
1= PROVA IN AVANZAMENTO	2=PROVA IN RISALITA	Tipo prova	RISALITA	

GEOMETRIA DEL FORO		
Inclinazione foro ascendente (su orizz.)	(°)	
Inclinazione foro discendente (su vert.)	(°)	0
Quota superiore sezione di prova	(m)	50,80
Quota inferiore sezione di prova	(m)	51,80
Diametro sezione di prova	(m)	0,127
Altezza manometro dal p.c.	(m)	0,70
Livello falda	(m)	51,15
Tipo di packer		doppio
Diametro packer	(mm)	76,00
Flessibile diametro esterno	(mm)	20,00
Flessibile diametro interno	(mm)	19,00
Flessibile lunghezza	(m)	55,00
N. raccordi	n.	2



Calcoli in automatico			Pressione al manometro MPa	Perdita carico flessibile ka/cm²	Perdita carico flessibile totale ka/cm²	Raccordi ka/cm²	Perdita carico totale MPa
Tratto di prova	(m)	1,00					
Profondità centro sezione di prova	(m)	51,30	0,25	0,0002	0,01		0,0011
Peso colonna H2O nella tubazione	F (Mpa)	0,5185	0,50	0,0002	0,01		0,0011
			0,75	0,0350	1,93		0,1925
			1,00	0,0100	0,55		0,0550
			0,75	0,0030	0,17		0,0165
			0,50	0,0007	0,04		0,0039
			0,25	0,0002	0,01		0,0011

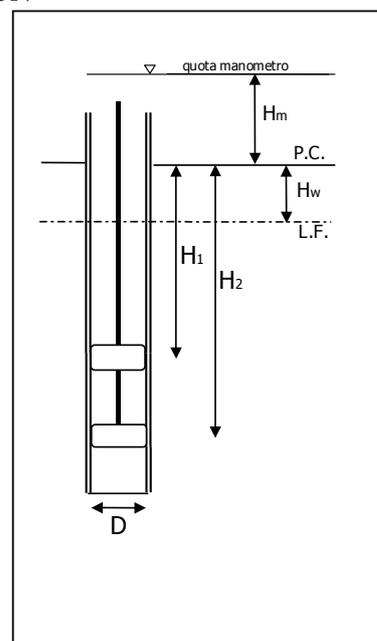
Pressione manometro (Mpa)	Pressione corretta MPa	Durata (min)	Lettura inizio (mc)	Lettura fine (mc)	Assorbimento (l)	Portata (lt/min)	Assorb. unitario (lt/min/m)
0,2500	0,767	10,000	29,6302	29,6326	2,4000	0,2400	0,2400
0,5000	1,017	10,000	29,6364	29,6685	32,1000	3,2100	3,2100
0,7500	1,076	10,000	29,7050	29,8440	139,0000	13,9000	13,9000
1,0000	1,464	10,000	29,8610	30,0790	218,0000	21,8000	21,8000
0,7500	1,252	5,000	30,1050	30,1700	65,0000	13,0000	13,0000
0,5000	1,015	5,000	30,1810	30,2080	27,0000	5,4000	5,4000
0,2500	0,767	5,000	30,2100	30,2118	1,8000	0,3600	0,3600
					0,0000		0,0000
					0,0000		0,0000
					0,0000		0,0000
					0,0000		0,0000

Assorbimenti unitari	Pressioni corrette	Pressione corretta t/m²	Portata (mc/s)	Coeff. forma (m)
0,24	0,767	76,740	4,00E-06	2,26
3,21	1,017	101,740	5,35E-05	
13,9	1,076	107,600	2,32E-04	
21,8	1,464	146,350	3,63E-04	
13	1,252	125,200	2,17E-04	
5,4	1,015	101,465	9,00E-05	
0,36	0,767	76,740	6,00E-06	

COMMITTENTE: ANAS ANCONA		GEO EMME 2	MOD 71 PPV	
LAVORO: SS4 VARIANTE			Rev. 01	
LOCALITA': ACQUASANTA TERME			Data 21.03.03	
DATA: 03/11/2003	Rif.: 03356	Ora inizio	Ora fine	
Sond. 1	Prova n. 1	14:00	15:00	

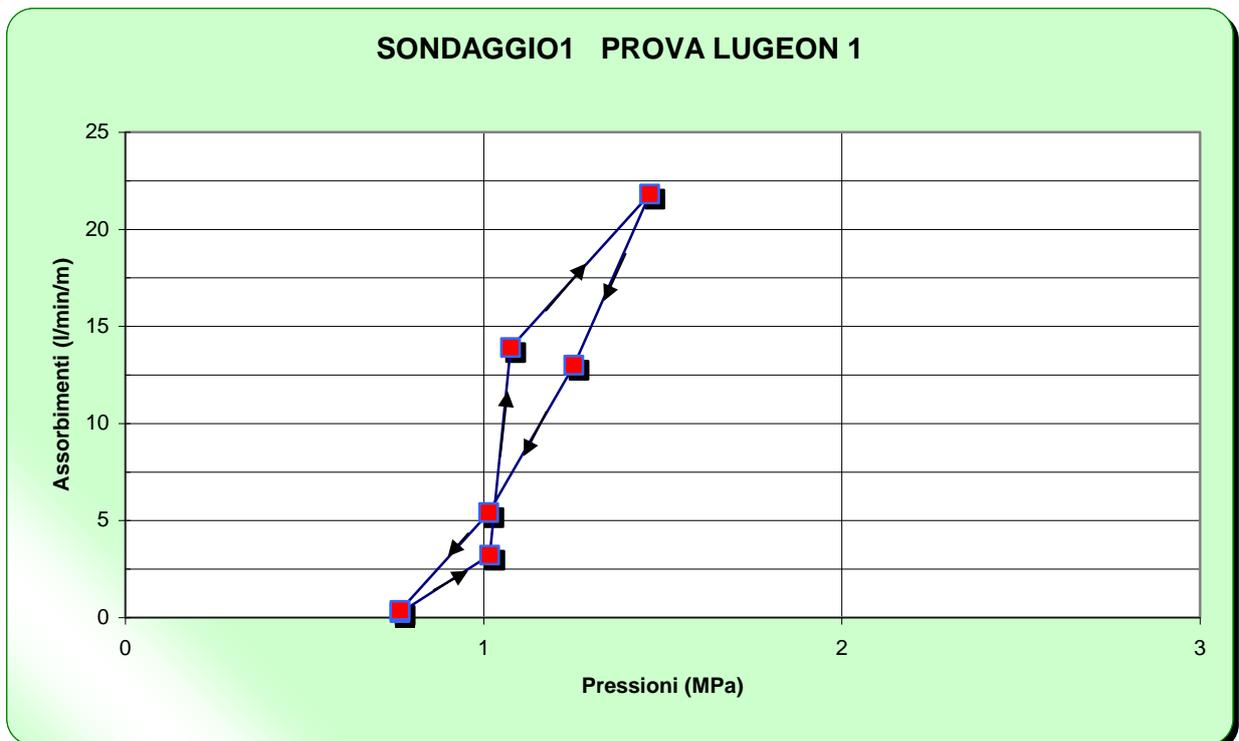
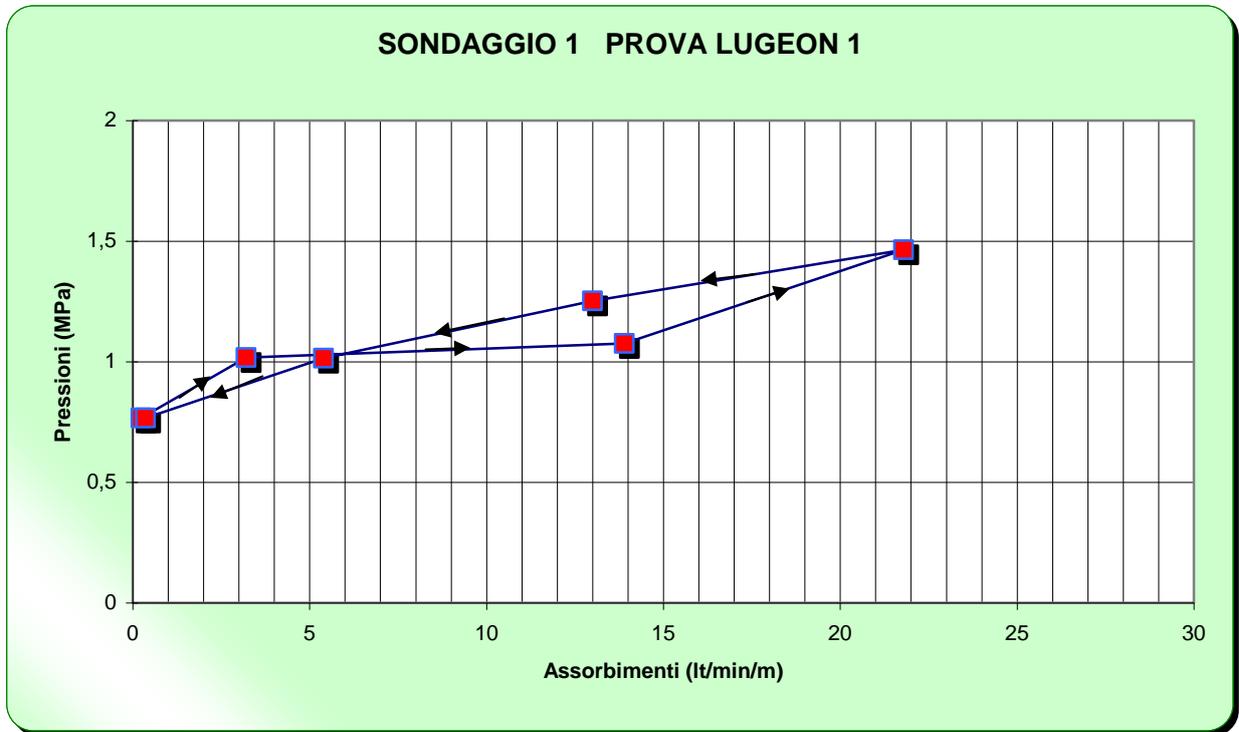
PROVA DI PERMEABILITA' LUGEON

Prova in	RISALITA
Inclinazione foro ascendente (su orizz.) (°)	
Inclinazione foro discendente (su vert.) (°)	0
Quota superiore sezione di prova (H1 - m)	50,80
Quota inferiore sezione di prova (H2 - m)	51,80
Diametro sezione di prova (D - m)	0,127
Altezza manometro dal p.c. (Hm - m)	0,70
Livello falda (Hw - m)	51,15
Tipo di packer	doppio
Diametro packer (mm)	76,00
Flessibile diametro esterno (mm)	20,00
Flessibile diametro interno (mm)	19,00
Flessibile lunghezza (m)	55,00
N. raccordi (n.)	2

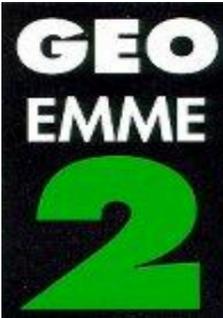


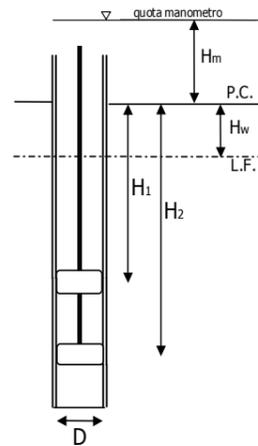
		LETTURE (mc)								
Pressioni Mpa		0,25	0,50	0,75	1,00	0,75	0,50	0,25		
Durata (min)										
0		29,6302	29,6364	29,7050	29,8610	30,1050	30,1810	30,2100		
5						30,1700	30,2080	30,2118		
10		29,6326	29,6685	29,8440	30,0790					
20										
30										
PRESSIONE CORRETTA (mpA)		0,7674	1,0174	1,0760	1,4635	1,2520	1,0147	0,7674		
ASSORBIMENTO (l)		2,4000	32,1000	139,000	218,000	65,0000	27,0000	1,8000		
PORTATA (l/min)		0,2400	3,2100	13,9000	21,8000	13,0000	5,4000	0,3600		
ASSORBIMENTO Unit. (l/min/m)		0,2400	3,2100	13,9000	21,8000	13,0000	5,4000	0,3600		
PERMEABILITA' (m/s)		2,30E-08	2,32E-07	9,51E-07	1,10E-06	3,92E-06	3,92E-07	1,77E-07		
UNITA' LUGEON		0	3	13	15	10	5	0		

PROVA LUGEON 1 GRAFICI PRESSIONI-ASSORBIMENTI / ASSORBIMENTI-PRESSIONI



DATI PROVA LUGEON 2

COMMITTENTE:		ANAS ANCONA		
LAVORO		SS4 VARIANTE	RIF.: 03356	
LOCALITA'		QUASANTA TERME	DATA: 04/11/2003	
PROVA DI PERMEABILITA' LUGEON		SOND. N°	1	
		PROVA N°	2	
		ORA INIZIO	9:30	
Geologo di cantiere		Dr. Geol. Gianluca Venturini	ORA FINE	10:30
1= PROVA IN AVANZAMENTO		2=PROVA IN RISALITA	Tipo prova	RISALITA
GEOMETRIA DEL FORO				
Inclinazione foro ascendente (su orizz.)	(°)			
Inclinazione foro discendente (su vert.)	(°)	0		
Quota superiore sezione di prova	(m)	40,20		
Quota inferiore sezione di prova	(m)	41,20		
Diametro sezione di prova	(m)	0,127		
Altezza manometro dal p.c.	(m)	0,70		
Livello falda	(m)	21,90		
Tipo di packer		doppio		
Diametro packer	(mm)	76,00		
Flessibile diametro esterno	(mm)	20,00		
Flessibile diametro interno	(mm)	19,00		
Flessibile lunghezza	(m)	45,00		
N. raccordi	n.	2		



Calcoli in automatico			Pressione al manometro MPa	Perdita carico flessibile kg/cmq	Perdita carico flessibile totale kg/cmq	Raccordi kg/cmq	Perdita carico totale MPa
Tratto di prova	(m)	1,00					
Profondità centro sezione di prova	(m)	40,70	0,25	0,0001	0,00		0,0005
Peso colonna H2O nella tubazione	F (Mpa)	0,2260	0,50	0,0005	0,02		0,0023
			0,75	0,0035	0,16		0,0158
			1,00	0,0150	0,68		0,0675
			0,75	0,0450	2,03		0,2025
			0,50	0,0200	0,90		0,0900
			0,25	0,0005	0,02		0,0023

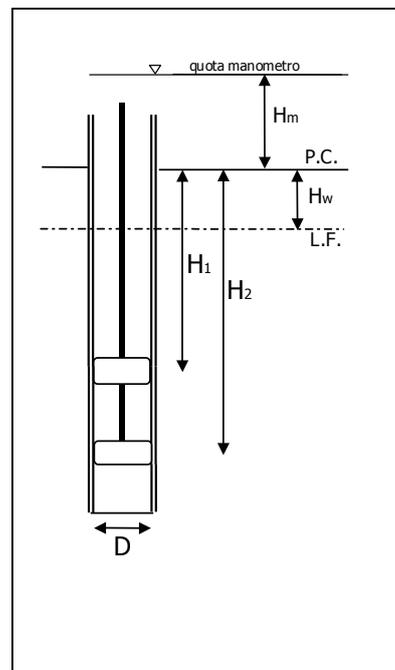
Pressione manometro (Mpa)	Pressione corretta MPa	Durata (min)	Lettura inizio (mc)	Lettura fine (mc)	Assorbimento (l)	Portata (lt/min)	Assorb. unitario (lt/min/m)
0,2500	0,476	10,000	30,5124	30,5156	3,2000	0,3200	0,3200
0,5000	0,724	10,000	30,5412	30,5843	43,1000	4,3100	4,3100
0,7500	0,960	10,000	30,6010	30,8142	213,2000	21,3200	21,3200
1,0000	1,159	10,000	30,8215	31,2561	434,6000	43,4600	43,4600
0,7500	0,774	5,000	31,3589	31,5486	189,7000	37,9400	37,9400
0,5000	0,636	5,000	31,5568	31,6520	95,2000	19,0400	19,0400
0,2500	0,474	5,000	31,3726	31,3878	15,2000	3,0400	3,0400
					0,0000		0,0000
					0,0000		0,0000
					0,0000		0,0000
					0,0000		0,0000

Assorbimenti unitari	Pressioni corrette	Pressione corretta t/mq	Portata (mc/s)	Coeff. forma (m)
0,32	0,476	47,555	5,33E-06	2,26
4,31	0,724	72,375	7,18E-05	
21,32	0,96	96,025	3,55E-04	
43,46	1,159	115,850	7,24E-04	
37,94	0,774	77,350	6,32E-04	
19,04	0,636	63,600	3,17E-04	
3,04	0,474	47,375	5,07E-05	

COMMITTENTE: ANAS ANCONA			MOD 71 PPV	
LAVORO: SS4 VARIANTE			Rev. 01	
LOCALITA': ACQUASANTA TERME			Data 21.03.03	
DATA: 04/11/2003	Rif.: 03356	Ora inizio	Ora fine	
Sond. 1	Prova n. 2	9:30	10:30	

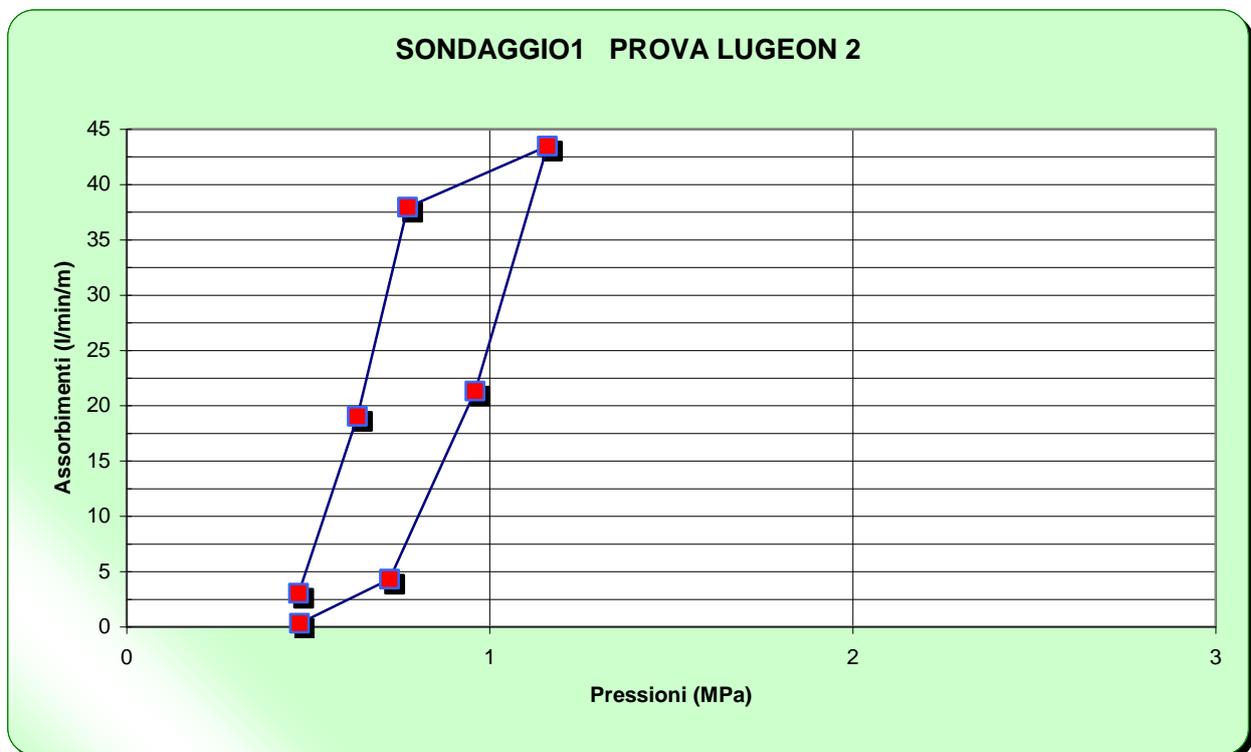
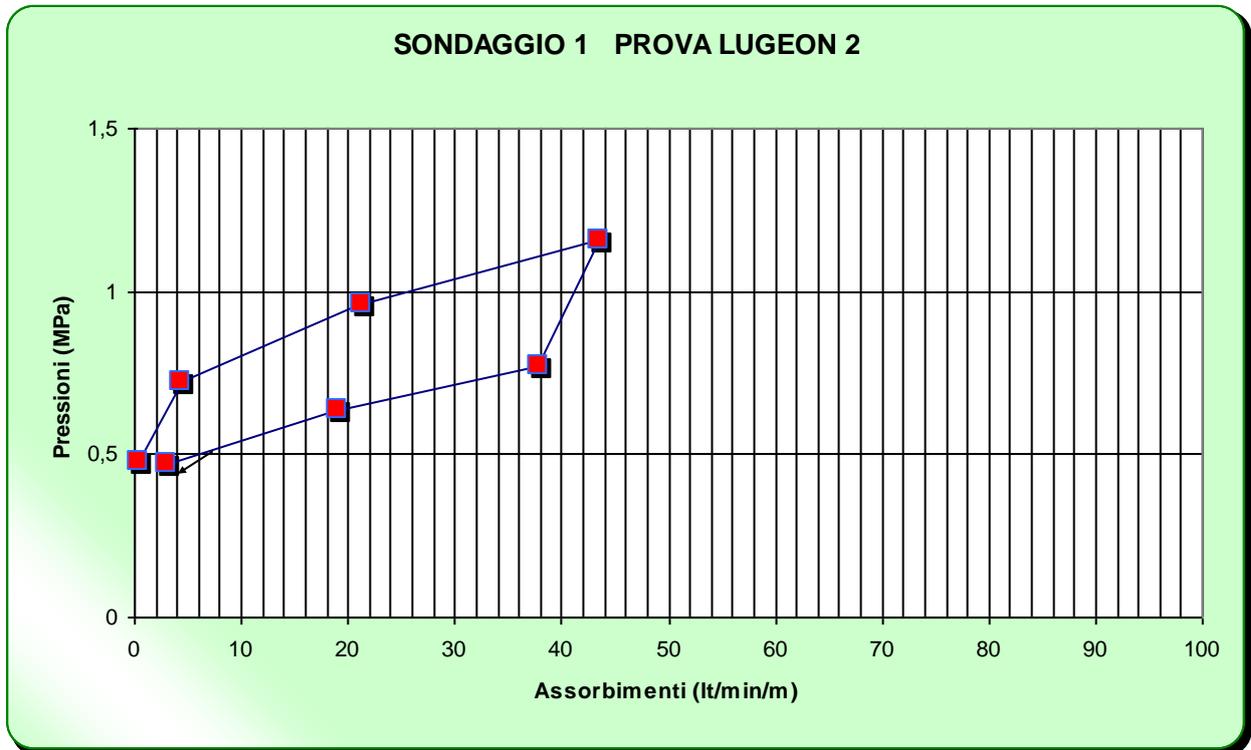
PROVA DI PERMEABILITA' LUGEON

Prova in	RISALITA
Inclinazione foro ascendente (su orizz.) (°)	
Inclinazione foro discendente (su vert.) (°)	0
Quota superiore sezione di prova (H1 - m)	40,20
Quota inferiore sezione di prova (H2 - m)	41,20
Diametro sezione di prova (D - m)	0,127
Altezza manometro dal p.c. (Hm - m)	0,70
Livello falda (Hw - m)	21,90
Tipo di packer	doppio
Diametro packer (mm)	76,00
Flessibile diametro esterno (mm)	20,00
Flessibile diametro interno (mm)	19,00
Flessibile lunghezza (m)	45,00
N. raccordi (n.)	2



		LETTURE (mc)								
Pressioni Mpa		0,25	0,50	0,75	1,00	0,75	0,50	0,25		
Durata (min)										
0		30,5124	30,5412	30,6010	30,8215	31,3589	31,5568	31,3726		
5						31,5486	31,6520	31,3878		
10		30,5156	30,5843	30,8142	31,2561					
20										
30										
PRESSIONE CORRETTA (mpA)		0,4756	0,7238	0,9603	1,1585	0,7735	0,6360	0,4738		
ASSORBIMENTO (l)		3,2000	43,1000	213,200	434,600	189,700	95,2000	15,2000		
PORTATA (l/min)		0,3200	4,3100	21,3200	43,4600	37,9400	19,0400	3,0400		
ASSORBIMENTO Unit. (l/min/m)		0,3200	4,3100	21,3200	43,4600	37,9400	19,0400	3,0400		
PERMEABILITA' (m/s)		4,95E-08	4,38E-07	1,63E-06	2,76E-06	1,85E-05	2,20E-06	2,42E-06		
UNITA' LUGEON		1	6	22	38	49	30	6		

PROVA LUGEON 2 GRAFICI PRESSIONI-ASSORBIMENTI / ASSORBIMENTI-PRESSIONI



COMMITTENTE: ANAS ANCONA

LAVORO: SS4 – ACQUASANTA TERME

DATA: OTT 03

Rif. 03356

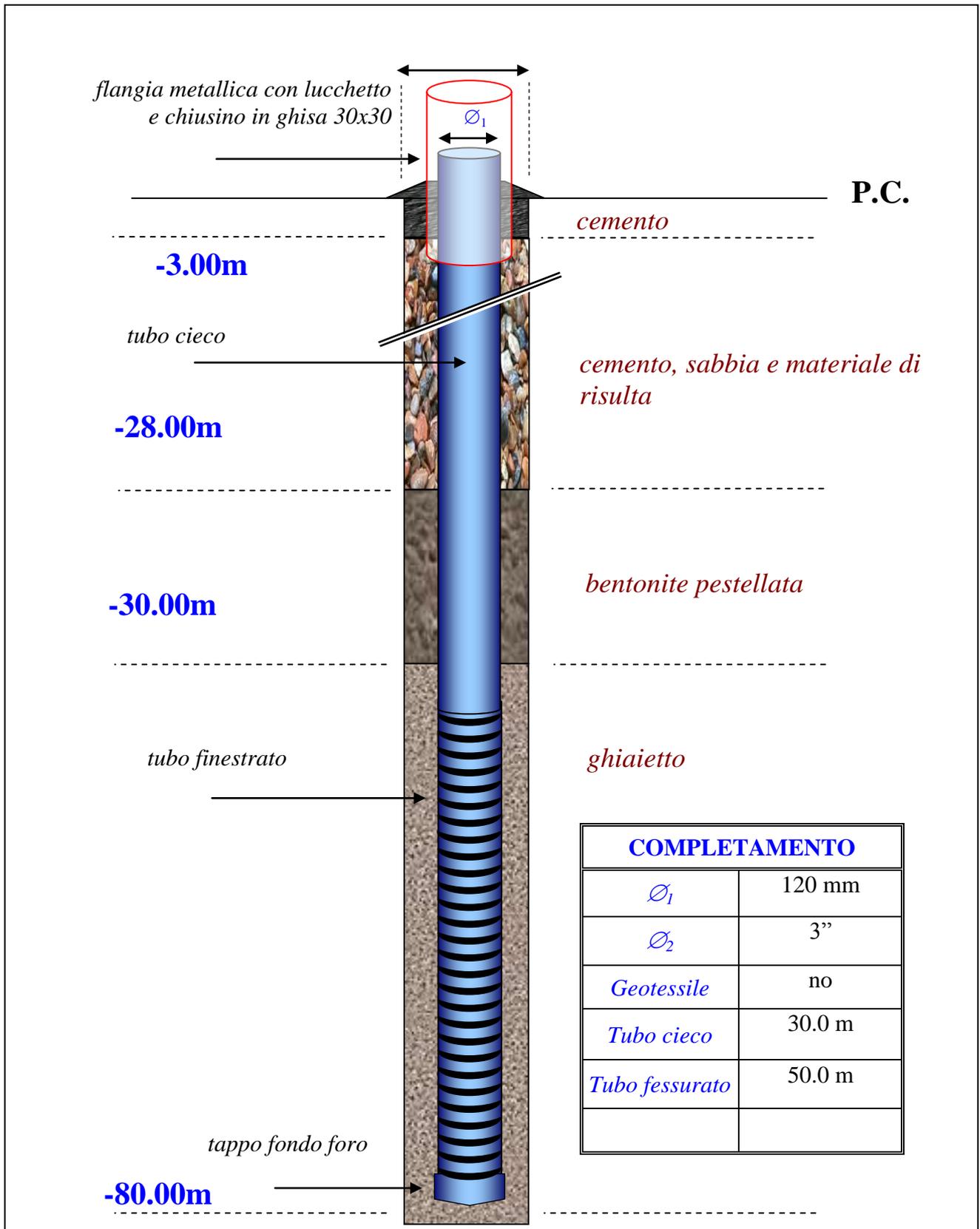
GEOEMME2
Servizi geologici geotecnici
consolidamenti
RIMINI



SCHEMA PIEZOMETRO A TUBO APERTO

SONDAGGIO N° 1

Piezometro n. 1



COMPLETAMENTO	
\varnothing_1	120 mm
\varnothing_2	3"
Geotessile	no
Tubo cieco	30.0 m
Tubo fessurato	50.0 m

0	Novembre 03		-		F.Forl.-Fora. F.Forlani E.Forlani
EM/RE	DATA		DESCRIZIONE		REDATTO CONTR. APPROV.

03.006.19	C1	00.00	RA0	RelazioneLog
Commessa	TP	Elab.	Rev.	Descrizione



Studio di Geologia Applicata e Ingegneria
s.r.l.
di Edmondo Forlani & c.
Via Mariotti 20 - 47833 Morciano di Romagna (RN) - ITALIA - C.P. 11
Tel. (+39) 0541 988277 / 0541 988972 - Fax 0541 987606 - E.mail sgai@sgai.com



ANAS ANCONA

**S.S. SALARIA TRA KM 177.00 E 182.00
GALLERIA VALGARIZIA DI FAVALANCIATA ED IL CENTRO DI
ACQUASANTA TERME**

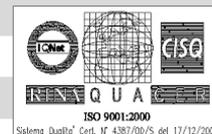
Oggetto:

**LOG MULTIPARAMETRICO ESEGUITO AL SONDAGGIO S1
DI ACQUASANTA TERME**

Timbri e Firme:

Elaborato:

1



ANAS ANCONA

**S.S. SALARIA TRA KM 155.400 E 159.000
GALLERIA VALGARIZIA DI FAVALANCIATA ED IL CENTRO DI
ACQUASANTA TERME**

LOG MULTIPARAMETRICO ESEGUITO AL SONDAGGIO S1 DI ACQUASANTA TERME

1. PREMESSA

Nell'ambito del tracciato della galleria interessante l'area di Acquasanta Terme, per la verifica delle caratteristiche idrochimiche dell'acqua di falda rinvenuta in corrispondenza del sondaggio S1, è stato effettuato un log multiparametrico per indagare i parametri fisico-chimici dell'acqua intercettata, e confrontarli con i valori tipici della sorgente di acqua sulfurea alimentante le locali Terme.

2. INQUADRAMENTO DEL SONDAGGIO S1

Dal punto di vista geologico le litologie affioranti interessano la serie eocenica-miocenica che dalla Scaglia cinerea v alla Formazione della Laga, attraversando il Bisciario, le Marne con Cerrognana e le Marne a Pteropodi.

Caratteristica di Acquasanta Terme  la notevole presenza di travertini, mentre dal punto di vista idrogeologico spicca il termalismo sulfureo, legato alla risalienza convettiva di acque profonde circolanti sino al substrato gessoso evaporitico triassico.

La perforazione  ubicata a NW del centro abitato di Acquasanta Terme, in sx idrografica del Fiume Tronto, presso localit S.Vito, a quota assoluta di 466.5 m.s.l.m.

Il sondaggio  stato eseguito a rotazione a carotaggio continuo, del \varnothing 127 mm. dal p.c. sino a 73.5 m., con rivestimento in ferro dello stesso diametro, e a foro libero del \varnothing 101 mm. da 73.5 a fondo foro (80.90 m.p.c.).

Il sondaggio S1, a partire da 27 m.p.c.,  insediato nella formazione delle Marne con Cerrognana (alternanza di calcari marnosi e marne, con diversi rapporti calcari/marne a seconda della profondit), dopo una copertura detritica quaternaria interessante limi e argille, con presenza di strati sabbioso e ghiaiosi a partire da circa 18 m.p.c (si veda la figura allegata).

E' stata intercettata una falda idrica a circa -21.00 m.p.c. con livello piezometrico dinamico, misurato al momento dell'esecuzione del log-multiparametrico e conseguente la manovra di svuotamento del foro, a -53.72 m.p.c. pari a 413 m.s.l.m.

Si specifica che la quota assoluta della sorgente termale  di circa 340.8 m. e la produttivit dell'acquifero  pari a circa 0.5 l/s.

3. IL LOG MULTIPARAMETRICO

3.1. CONDIZIONI DEL TEST

Un primo inquadramento sperimentale dei dati di falda è stato effettuato il giorno 03.11.03, dove sono state anche verificati i parametri idrochimici della sorgente delle Terme.

Successivamente, nello stesso giorno, è stata effettuata una prova di permeabilità in foro di tipo Lugeon, con rivestimento rialzato sino a 50.3 m.p.c.

Il log multiparametrico è stato eseguito in data 04.11.03, con livello statico di falda localizzato a -21.9 m.p.c. (444.6 m. s.l.m.).

Sono stati monitorati i seguenti parametri idrochimici e fisici:

- pH,
- Eh (mV),
- temperatura (°C),
- conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°),
- ossigeno disciolto (ppm),

utilizzando l'apparecchiatura OCEAN SEVEN 301 PROBE.

I test sono stati effettuati in condizioni di cielo sereno.

3.2. I DATI IDROCHIMICI

Di seguito sono riportati i seguenti tabulati dei dati raccolti:

- inquadramento dati di falda del sondaggio S1 del 03.11.03 (riferiti al pelo libero di falda),
- dati della sorgente delle Terme del 03.11.03,
- log al sondaggio S1 del 04.11.03.

S1	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	0.6	14.7	850.1	964.5	8.56	84.2	7.41	-95.3
	0.82	14.61	854.7	971.9	8.65	84.9	7.49	-90.9
	1.05	14.61	860.7	978.8	7.04	69.1	7.39	-92.4
	1.27	14.61	862.8	981.2	6.63	65.1	7.45	-99.5
	1.42	14.61	865.8	984.4	5.44	53.4	7.48	-99.9
	1.27	14.62	867.5	986.2	5.13	50.4	7.48	-102.5
	1.42	14.64	867.9	986.2	4.44	43.6	7.52	-106
	1.49	14.66	866.2	983.7	4.19	41.2	7.53	-113.3
	1.72	14.65	873	991.8	3.12	30.7	7.45	-115.7
	1.72	14.65	872.6	991.3	3.51	34.5	7.45	-113.3
	1.87	14.65	872.6	991.2	3.51	34.5	7.5	-109.1
	1.87	14.65	872.1	990.7	2.35	23.1	7.52	-118.4
	2.02	14.65	873	991.6	3.02	29.7	7.55	-121.7
	1.94	14.65	871.7	990.2	2.89	28.4	7.56	-121.2
	2.02	14.66	872.6	991.1	2.64	25.9	7.56	-121.3
	1.94	14.65	873	991.6	2.54	25	7.55	-124.6
	1.94	14.66	872.1	990.6	2.64	25.9	7.56	-128.7
	2.02	14.65	873	991.6	2.64	25.9	7.56	-128.3
	2.02	14.66	872.6	991.1	2.59	25.4	7.56	-131.6
	1.94	14.66	872.6	991.1	2.55	25.1	7.58	-133.6
	2.02	14.66	873	991.6	2.49	24.5	7.58	-130.9
	2.02	14.66	873	991.6	2.44	24	7.57	-131
	1.94	14.66	872.6	991.1	2.24	22	7.63	-134.7
	1.94	14.66	872.6	991.1	1.55	15.2	7.68	-134.2
	1.94	14.67	872.6	990.9	2.05	20.2	7.65	-127.6
	2.02	14.66	872.6	991	1.87	18.4	7.62	-127.4
	2.02	14.65	872.6	991.2	1.91	18.8	7.6	-133.8
	2.02	14.66	873.8	992.5	1.92	18.9	7.62	-134.3
	2.02	14.66	872.1	990.6	1.93	19	7.62	-136.4
	2.02	14.66	872.6	991.1	1.93	19	7.61	-128.8
	2.09	14.65	873.4	992.1	1.92	18.9	7.63	-132.5
	1.94	14.65	871.7	990.2	1.89	18.5	7.62	-133.2
	2.02	14.66	873	991.6	1.91	18.8	7.61	-129.6
	1.94	14.65	873.4	992.1	1.92	18.9	7.62	-129.2
	2.02	14.66	873	991.5	1.96	19.2	7.63	-129.4
	2.02	14.65	872.1	990.7	1.92	18.9	7.63	-130.9
	2.02	14.65	873	991.6	1.89	18.5	7.62	-131.6
	2.02	14.66	873	991.6	1.89	18.5	7.61	-135.6
	2.02	14.66	873	991.6	1.86	18.3	7.61	-132.7
	2.02	14.66	873	991.5	1.86	18.3	7.61	-136.5
	1.94	14.66	873	991.5	1.74	17.1	7.62	-139.1
	2.02	14.66	872.6	991.1	1.85	18.2	7.62	-137.1
	2.02	14.66	873	991.5	1.84	18.1	7.63	-133.6
	2.02	14.66	872.6	991	1.83	17.9	7.62	-132.1
	2.02	14.66	873	991.5	1.83	17.9	7.62	-132.3
	2.02	14.66	872.6	991	1.79	17.6	7.62	-134.9
	2.02	14.66	872.6	991.1	1.79	17.6	7.61	-136.4
	2.02	14.66	873	991.6	1.81	17.8	7.62	-138
	2.02	14.66	873.8	992.4	1.86	18.3	7.63	-134.3
	2.02	14.66	873	991.5	1.9	18.7	7.62	-140.6
	2.02	14.66	873.4	992	1.97	19.4	7.63	-145
	2.02	14.66	873	991.5	2.02	19.8	7.63	-142.4
	2.02	14.66	873.4	992	2.04	20.1	7.62	-146.1
	2.02	14.66	873	991.4	2.04	20.1	7.64	-143.7
	2.02	14.66	873.4	992	2.07	20.3	7.63	-144

S1	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	2.02	14.66	873.4	992	2.05	20.2	7.64	-140.7
	2.02	14.66	873	991.5	2.03	20	7.63	-145.3
	2.02	14.66	874.3	992.9	2.02	19.8	7.64	-140.4
	2.02	14.66	873	991.5	2.02	19.8	7.64	-145.1
	1.94	14.66	873	991.4	2.02	19.8	7.63	-142
	2.02	14.66	873.4	991.9	1.97	19.4	7.65	-142.6
	2.02	14.67	873	991.3	1.97	19.4	7.64	-144.8
	2.02	14.67	873.4	991.8	1.97	19.4	7.63	-142.6
	2.02	14.66	873.4	991.9	1.93	19	7.65	-140.6
	2.02	14.66	873	991.4	1.93	19	7.65	-142.9
	2.02	14.66	873	991.4	1.91	18.8	7.64	-143.7
	2.09	14.67	872.6	990.9	1.88	18.5	7.63	-141.8
	2.02	14.67	873	991.3	1.88	18.5	7.64	-142.2
	2.02	14.66	873.8	992.4	1.89	18.5	7.65	-146.2
	2.02	14.67	873	991.3	1.88	18.5	7.65	-143.7
	2.02	14.67	873.4	991.8	1.87	18.4	7.65	-147.2
	2.02	14.67	873	991.3	1.86	18.3	7.65	-147.9
	2.02	14.67	873	991.3	1.87	18.4	7.65	-144.4
	2.02	14.67	873	991.3	1.86	18.3	7.65	-144.2
	2.02	14.66	873	991.4	1.84	18.1	7.66	-147.2
	2.02	14.66	873	991.4	1.84	18.1	7.66	-149.2
	1.94	14.67	873.4	991.8	1.84	18.1	7.66	-147.3
	2.02	14.66	873.4	991.9	1.81	17.8	7.65	-152.3
	1.94	14.67	873	991.3	1.84	18.1	7.65	-154.3
	2.09	14.67	873	991.3	1.84	18.1	7.64	-149.4
	2.02	14.67	873	991.3	1.8	17.7	7.65	-150.1
	2.02	14.66	873	991.4	1.81	17.8	7.66	-154.1
	1.94	14.67	873.4	991.8	1.82	17.9	7.66	-150.1
	1.94	14.67	873	991.3	1.84	18.1	7.65	-148.6
	2.02	14.67	873	991.3	1.84	18.1	7.65	-151.2
	2.02	14.67	873.8	992.2	1.82	17.9	7.66	-151.4
	2.02	14.67	873	991.3	1.82	17.9	7.65	-150.1
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.81	17.8	7.65	-153.6
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.8	17.7	7.66	-153.2
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.82	17.9	7.65	-151.4
	2.09	14.67	872.6	990.8	1.81	17.8	7.65	-155.4
	2.02	14.67	873	991.3	1.82	17.9	7.66	-153.4
	2.02	14.67	872.6	990.9	1.8	17.7	7.65	-152.8
	2.02	14.67	873	991.3	1.8	17.7	7.66	-150.5
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.81	17.8	7.65	-152.8
	2.02	14.67	873	991.2	1.81	17.8	7.65	-151.7
	1.94	14.67	872.6	990.9	1.81	17.8	7.66	-151.9
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.8	17.7	7.65	-151.6
	2.02	14.67	873	991.3	1.81	17.8	7.67	-153
	2.02	14.67	873	991.3	1.81	17.8	7.65	-154.7
	2.02	14.67	872.6	990.7	1.82	17.9	7.66	-150.5
	2.02	14.67	872.6	990.8	1.81	17.8	7.67	-151.6
	2.02	14.67	872.6	990.7	1.8	17.7	7.65	-153.9
	2.02	14.67	873	991.2	1.81	17.8	7.65	-152.3
	2.02	14.67	873	991.3	1.79	17.6	7.67	-147.5
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.8	17.7	7.66	-156.7
	1.94	14.67	873	991.2	1.78	17.5	7.65	-153.2
	2.02	14.67	873	991.3	1.79	17.6	7.65	-154.8
	1.94	14.67	873	991.2	1.78	17.5	7.66	-154.8
	2.02	14.67	873.4	991.8	1.79	17.6	7.67	-154.5

S1	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	2.02	14.67	873.4	991.7	1.78	17.5	7.67	-156.3
	1.94	14.67	873	991.2	1.8	17.7	7.67	-155
	2.02	14.67	872.6	990.8	1.78	17.5	7.66	-156.9
	2.02	14.67	873	991.2	1.76	17.3	7.66	-142.8
	1.94	14.67	873	991.2	1.79	17.6	7.66	-143.3
	2.02	14.67	873	991.2	1.79	17.6	7.66	-144.8
	1.94	14.67	873.4	991.7	1.78	17.5	7.66	-145.1
	1.94	14.67	873	991.2	1.79	17.6	7.66	-146.6
	2.02	14.67	873	991.3	1.75	17.2	7.66	-147
	2.02	14.67	873	991.2	1.78	17.5	7.66	-146.6
	2.02	14.67	872.6	990.7	1.75	17.2	7.66	-146.2
	2.02	14.67	873	991.2	1.74	17.1	7.67	-146.8
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.76	17.3	7.67	-149.7
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.76	17.3	7.68	-148.3
	1.94	14.67	873	991.2	1.76	17.3	7.67	-148.4
	2.02	14.67	873	991.2	1.75	17.2	7.66	-148.3
	2.02	14.67	873	991.2	1.74	17.1	7.66	-148.8
	2.02	14.67	872.6	990.8	1.76	17.3	7.66	-151.2
	2.02	14.67	873	991.2	1.75	17.2	7.68	-151.2
	2.02	14.67	873	991.3	1.74	17.1	7.67	-147.9
	2.02	14.67	873	991.2	1.75	17.2	7.66	-149.9
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.75	17.2	7.67	-150.8
	2.02	14.67	873	991.2	1.75	17.2	7.68	-149.9
	1.94	14.67	873	991.2	1.73	17	7.67	-147.5
	2.09	14.67	873	991.2	1.68	16.5	7.64	-148.6
	1.72	14.68	873	990.9	1.8	17.7	7.72	-158.9
	2.02	14.67	873	991.1	1.58	15.6	7.68	-165.8
	2.02	14.68	873.4	991.4	1.77	17.5	7.69	-166.9
	2.02	14.68	873.4	991.4	1.75	17.2	7.7	-170
	2.02	14.67	872.6	990.6	1.74	17.1	7.68	-170.8
	2.02	14.67	873	991.1	1.73	17	7.7	-165.8
	2.02	14.69	873.4	991.2	1.75	17.2	7.69	-166.2
	2.02	14.69	873	990.7	1.74	17.1	7.71	-168.6
	2.02	14.69	873.4	991.1	1.82	17.9	7.69	-171.1
	2.02	14.69	873.4	991.2	1.86	18.3	7.7	-169.1
	2.02	14.69	873.4	991.1	1.88	18.5	7.69	-167.8
	2.02	14.69	873	990.7	1.92	18.9	7.7	-162.4
	2.02	14.69	873.4	991.2	1.94	19.1	7.69	-165.5
	2.02	14.69	873.4	991.1	1.98	19.5	7.69	-162.4
	2.02	14.7	873.8	991.5	2	19.7	7.7	-165.8
	2.02	14.69	873.8	991.6	2.04	20.1	7.69	-166
	2.02	14.7	873.8	991.5	2.06	20.3	7.7	-163.5
	2.02	14.7	873.4	991	2.06	20.3	7.7	-165.3
	1.49	14.74	873.4	989.9	2.47	24.3	7.64	-161.6
	0.6	14.72	867	983.3	2.28	22.4	7.85	-157
	0.82	14.7	864.9	981.4	2.15	21.1	7.91	-160.9
	0.9	14.7	863.7	979.8	2.05	20.2	7.8	-163.6
	0.82	14.7	863.7	979.8	1.95	19.2	7.81	-161.3
	0.97	14.7	862.4	978.3	2.44	24	7.89	-160.7
	0.75	14.7	863.2	979.4	1.95	19.2	7.8	-159.8
	0.97	14.7	863.2	979.4	1.93	19	7.81	-160
	0.9	14.7	862.4	978.4	1.75	17.2	7.89	-162.7
	0.9	14.7	861.5	977.4	1.88	18.5	7.84	-162
	0.82	14.7	863.2	979.4	1.93	19	7.83	-163.5
	1.05	14.7	864.1	980.4	1.88	18.5	7.73	-158.3

S1	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	1.05	14.7	862.4	978.4	1.99	19.6	7.73	-151
	1.12	14.7	864.1	980.4	1.34	13.2	7.78	-160.9
	0.97	14.7	864.5	980.8	2.04	20.1	7.85	-152.5
	0.97	14.7	862.4	978.4	1.57	15.4	7.84	-160.7
	1.12	14.7	863.2	979.3	1.87	18.4	7.75	-151.9
	1.27	14.7	864.1	980.3	1.71	16.8	7.73	-161.1
	0.9	14.7	864.1	980.3	1.86	18.3	7.81	-160.3
	0.75	14.7	862.8	978.8	1.9	18.7	7.8	-170.2
	0.75	14.7	862.4	978.3	1.77	17.4	7.88	-157.2
	0.9	14.7	862.4	978.4	1.93	19	7.88	-151.6
	0.97	14.71	862.4	978.3	1.71	16.8	7.86	-151
	0.9	14.7	863.2	979.4	1.87	18.4	7.82	-152.6
	0.97	14.7	862.8	978.8	1.84	18.2	7.81	-150.8
	1.12	14.7	863.2	979.3	1.9	18.7	7.78	-146.4
	1.12	14.7	862.8	978.8	1.8	17.7	7.71	-145
	1.12	14.7	863.2	979.3	1.81	17.8	7.71	-145.9
	1.27	14.7	864.1	980.3	1.46	14.4	7.73	-150.8
	1.2	14.7	863.7	979.8	1.81	17.8	7.72	-163.3

Sorg. Terme	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	0.37	29.62	5977.1	4819.8	31.46	413.7	6.68	-1250
	0.52	29.71	6000.4	4828.9	25.21	332.2	6.85	-1250
	0.37	29.68	6005.9	4837.4	22.97	302.4	6.9	-1250
	0.45	29.72	6042	4861.3	21.93	288.9	6.94	-1250
	0.52	29.72	6040.3	4860.6	21.33	281	6.95	-1250
	0.6	29.72	6038.6	4859.2	21.14	278.4	6.96	-1250
	0.67	29.72	6037.7	4858.2	20.98	276.4	6.95	-1250
	0.6	29.72	6049.6	4867.4	20.8	274.1	6.93	-1250
	0.67	29.73	6051.7	4868.8	20.88	275.1	6.93	-1250
	0.67	29.73	6042	4860.6	20.54	270.7	6.93	-1250
	0.67	29.73	6028.4	4850	19.67	259.2	6.92	-1250
	0.67	29.7	6014.8	4842.2	19.29	254	6.93	-1250
	0.67	29.7	6011	4838.8	19.05	250.9	6.92	-1250
	0.67	29.72	6042	4862	19.61	258.4	6.92	-1250
	0.67	29.73	6054.3	4870.5	20.07	264.4	6.91	-1250
	0.67	29.73	6055.1	4871.2	20.43	269.1	6.92	-1250
	0.6	29.73	6057.3	4872.9	20.43	269.1	6.92	-1250
	0.67	29.72	6060.6	4876.3	20.62	271.7	6.92	-1250
	0.67	29.73	6055.6	4871.9	20.65	272.1	6.91	-1250
	0.67	29.71	6049.2	4868.8	20.36	268.1	6.91	-1250
	0.67	29.73	6051.3	4868.1	20.18	265.9	6.91	-1250
	0.67	29.72	6057.7	4873.9	20.23	266.5	6.9	-1250
	0.6	29.73	6042.8	4861.6	20.21	266.3	6.9	-1250
	0.67	29.73	6035.2	4855.5	19.86	261.7	6.9	-1250
	0.67	29.73	6034.4	4854.5	19.34	254.8	6.9	-1250
	0.67	29.73	6045	4863.3	19.14	252.2	6.9	-1250
	0.67	29.73	6052.2	4869.1	19.39	255.5	6.91	-1250
	0.67	29.71	6045.4	4865.7	19.38	255.3	6.89	-1250
	0.67	29.72	6054.3	4871.5	19.36	255.1	6.91	-1250
	0.67	29.72	6058.5	4874.6	19.83	261.2	6.9	-1250
	0.67	29.73	6056.4	4872.6	20	263.6	6.89	-1250
	0.67	29.73	6058.1	4873.2	20.12	265.2	6.89	-1250
	0.67	29.73	6058.9	4873.9	20.26	267	6.9	-1250
	0.67	29.73	6061.5	4876.3	20.34	268.1	6.89	-1250
	0.67	29.72	6060.2	4876	20.41	268.9	6.89	-1250
	0.75	29.73	6057.7	4873.6	20.41	268.9	6.89	-1250
	0.6	29.73	6061.9	4877	20.34	268	6.89	-1250
	0.67	29.73	6061.1	4876.3	20.33	267.9	6.89	-1250
	0.67	29.71	6057.3	4875.3	19.69	259.3	6.89	-1250
	0.67	29.72	6058.5	4874.6	19.68	259.3	6.88	-1250
	0.67	29.72	6057.3	4873.6	19.76	260.4	6.88	-1250
	0.67	29.73	6059.8	4874.9	19.82	261.2	6.88	-1250
	0.67	29.73	6061.5	4876.3	19.59	258.1	6.88	-1250
	0.67	29.73	6060.6	4875.6	19.76	260.4	6.88	-1250
	0.67	29.73	6059.8	4874.9	19.95	262.8	6.88	-1250
	0.6	29.73	6059.4	4874.6	20.03	263.9	6.88	-1250
	0.67	29.73	6058.9	4874.6	19.78	260.7	6.88	-1250
	0.67	29.72	6054.3	4871.5	19.67	259.2	6.88	-1250
	0.67	29.72	6053.4	4870.5	19.76	260.4	6.88	-1250
	0.67	29.73	6057.3	4873.2	19.96	262.9	6.88	-1250
	0.75	29.73	6058.9	4874.6	19.87	261.8	6.87	-1250
	0.67	29.73	6060.6	4875.6	19.92	262.5	6.87	-1250
	0.67	29.71	6058.1	4875.6	19.9	262.1	6.87	-1250
	0.67	29.72	6057.7	4874.3	19.72	259.8	6.87	-1250
	0.67	29.71	6051.3	4870.2	19.77	260.4	6.87	-1250

2005/08/31

Sorg. Terme	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	0.67	29.72	6047.9	4866.1	19.55	257.6	6.87	-1250
	0.67	29.72	6048.3	4866.8	19.81	261	6.87	-1250
	0.67	29.71	6045	4865	19.97	263.1	6.86	-1250
	0.67	29.72	6046.7	4865.7	19.97	263.1	6.87	-1250
	0.67	29.72	6042	4861.3	19.85	261.6	6.86	-1250
	0.67	29.72	6055.6	4872.2	19.9	262.2	6.86	-1250
	0.67	29.72	6053.4	4870.8	19.75	260.2	6.87	-1250
	0.67	29.72	6046.7	4865.1	19.93	262.5	6.87	-1250
	0.67	29.72	6039	4858.9	19.74	260.1	6.87	-1250
	0.67	29.72	6033.1	4854.1	19.52	257.2	6.86	-1250
	0.67	29.72	6029.7	4851.7	19.58	257.9	6.86	-1250
	0.67	29.71	6035.2	4856.9	19.41	255.7	6.87	-1250
	0.67	29.72	6039.9	4859.6	19.65	259	6.86	-1250
	0.67	29.72	6036	4857.2	19.79	260.7	6.85	-1250
	0.67	29.71	6039	4860.3	19.36	255	6.86	-1250
	0.67	29.71	6037.3	4859.2	19.49	256.7	6.85	-1250
	0.67	29.72	6043.7	4863	19.85	261.5	6.86	-1250
	0.67	29.73	6052.2	4868.8	20.05	264.2	6.86	-1250
	0.67	29.73	6054.7	4871.2	20.24	266.7	6.85	-1250
	0.67	29.73	6057.7	4873.2	20.51	270.3	6.86	-1250
	0.67	29.73	6059.4	4874.6	20.59	271.3	6.85	-1250
	0.67	29.72	6057.7	4874.3	21.16	278.7	6.86	-1250
	0.75	29.72	6056.4	4873.2	21.14	278.5	6.86	-1250
	0.15	29.72	6061.1	4876.7	21.45	282.6	6.85	-1250

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	0.15	13.71	348.9	405.9	53.18	512	8.11	83.67
	0.52	13.81	351	407.3	38.91	375.4	8.13	77.72
	0.67	13.82	351.5	407.7	30.71	296.4	8.16	78.22
	0.9	13.83	351.5	407.6	26.39	254.7	8.18	78
	0.82	13.83	350.2	406.1	21.4	206.6	8.19	78.39
	0.82	13.83	350.2	406.1	18.71	180.6	8.22	80.35
	0.9	13.83	350.6	406.6	17.95	173.2	8.22	82.38
	0.97	13.83	350.6	406.6	15.89	153.3	8.23	80.53
	0.97	13.83	349.3	405.1	14.82	143.1	8.24	81.28
	1.27	13.82	350.6	406.7	14.64	141.3	8.22	84.92
	1.34	13.83	350.6	406.6	12.23	118.1	8.19	83.86
	1.49	13.83	350.2	406.1	14.57	140.6	8.16	86.4
	1.64	13.82	349.8	405.7	12.73	122.9	8.1	83.21
	1.79	13.82	350.6	406.7	11.24	108.4	8.07	82.31
	1.94	13.82	349.8	405.7	11.23	108.4	8.07	79.65
	2.09	13.82	350.6	406.7	10.81	104.3	8.04	80.57
	2.24	13.82	349.8	405.7	10.98	106	8	80.33
	2.39	13.81	349.8	405.8	10.62	102.5	7.96	78.5
	2.46	13.8	347.6	403.4	10.38	100.2	7.93	75.63
	2.61	13.8	347.6	403.5	10.61	102.3	7.9	73.45
	2.69	13.8	348.1	403.9	10.38	100.2	7.87	71.21
	2.84	13.8	347.2	403	9.52	91.9	7.84	68.65
	2.91	13.8	346.8	402.5	9.81	94.6	7.84	67.24
	3.06	13.8	348.5	404.4	9.05	87.3	7.84	66.95
	3.14	13.8	346.8	402.5	11.09	107	7.84	69.62
	3.21	13.79	346.4	402.1	8.98	86.6	7.83	66.29
	3.29	13.8	346.4	402	9.2	88.8	7.85	64.65
	3.44	13.8	346.8	402.5	9.23	89	7.85	63.35
	3.44	13.8	346.8	402.5	9.76	94.1	7.87	64.3
	3.59	13.79	346.4	402.1	9.3	89.7	7.89	65.12
	3.59	13.78	345.5	401.2	9.3	89.6	7.9	65.95
	3.73	13.78	343.8	399.2	9.84	94.9	7.93	65.99
	3.96	13.78	340.4	395.3	9.68	93.3	7.94	65.5
	4.11	13.77	340	394.9	10.36	99.8	7.93	64.73
	4.18	13.78	343	398.3	8.27	79.7	7.92	61.02
	4.33	13.78	340.9	395.8	9.08	87.5	7.91	60.6
	4.41	13.77	340	394.9	8.64	83.3	7.92	59.31
	4.71	13.76	338.3	393	10.33	99.6	7.91	58.13
	4.78	13.77	340.9	395.9	9.34	90	7.88	54.94
	4.93	13.77	339.6	394.4	8.83	85.1	7.84	51.47
	5	13.77	338.3	393	9.16	88.3	7.87	49.55
	5.23	13.77	337.5	392	9.34	90	7.86	51.03
	5.38	13.77	336.6	391	8.62	83.1	7.87	50.83
	5.6	13.76	335.3	389.6	7.83	75.4	7.89	48.92
	5.83	13.76	337.5	392	7.87	75.8	7.95	49.74
	6.05	13.76	334.1	388.1	7.74	74.6	7.98	49.59
	6.2	13.76	333.2	387.1	7.5	72.3	7.96	51.72
	6.2	13.76	329.4	382.7	7.58	73.1	7.97	49.11
	6.42	13.76	328.1	381.2	8	77.1	8.01	47.15
	6.57	13.76	327.3	380.2	8.52	82.2	8.06	44.97
	6.87	13.76	328.1	381.2	8.39	80.8	8.06	41.6
	6.95	13.77	329.4	382.6	7.8	75.2	8.08	35.72
	7.1	13.77	326.9	379.7	8.16	78.6	8.1	31.91
	7.17	13.77	326	378.7	8.9	85.8	8.11	29.39
	7.39	13.77	323.5	375.7	7.99	77.1	8.07	31.39

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	7.54	13.77	323.9	376.2	6.17	59.5	8.02	32.98
	7.62	13.77	318.4	369.8	8.31	80.2	8.08	30.29
	7.69	13.78	316.3	367.3	8.92	86	8.09	37.23
	7.77	13.77	317.1	368.3	8.58	82.7	8.05	40.62
	7.84	13.77	317.1	368.3	8.44	81.3	8.03	41.33
	7.77	13.77	316.7	367.8	8.26	79.7	7.99	43.36
	7.84	13.76	316.7	367.9	8.15	78.6	7.98	48.75
	7.92	13.77	316.7	367.8	8.76	84.4	7.95	54.39
	8.07	13.78	318.4	369.7	6.47	62.4	7.93	57.06
	8.22	13.78	320.1	371.7	6.59	63.5	7.96	54.91
	8.37	13.77	319.7	371.2	9.9	95.5	7.99	55.15
	8.52	13.78	313.3	363.8	9.54	92	7.93	56.78
	8.66	13.79	314.1	364.7	6.39	61.6	7.92	53.61
	8.89	13.78	313.7	364.3	8.17	78.8	7.96	54.56
	8.96	13.79	308.6	358.3	8.38	80.9	7.9	57.97
	9.19	13.8	305.2	354.3	9.03	87.1	7.9	59.01
	9.34	13.81	302.7	351.2	8.76	84.5	7.84	57.41
	9.49	13.81	302.3	350.7	7.92	76.5	7.82	55.52
	9.71	13.81	301.4	349.7	8.53	82.3	7.76	55.85
	9.79	13.82	301.4	349.7	8.56	82.6	7.68	54.15
	9.93	13.82	301.9	350.2	7.36	71	7.61	50.51
	10.16	13.83	295.9	343.2	7.65	73.8	7.59	45.75
	10.31	13.84	292.5	339.2	8.98	86.7	7.57	44.92
	10.46	13.84	292.5	339.1	8.19	79.1	7.51	42.43
	10.68	13.84	289.6	335.7	8.57	82.8	7.54	40.39
	10.91	13.85	287	332.7	8.54	82.5	7.56	39.77
	11.13	13.85	287.4	333.1	8.54	82.5	7.59	38.16
	11.28	13.87	282.3	327.1	8.63	83.3	7.63	36.49
	11.5	13.88	280.2	324.6	8.16	78.8	7.69	36.1
	11.65	13.88	279.4	323.6	7.98	77.1	7.76	35.5
	11.8	13.89	276.4	320.1	8.7	84.1	7.83	36.3
	11.88	13.89	276	319.6	8.96	86.6	7.88	37.61
	12.03	13.88	280.2	324.5	8.69	84	7.94	35.58
	12.25	13.89	275.1	318.6	9.23	89.2	7.98	35.64
	12.32	13.9	275.1	318.5	9.32	90.1	8.01	35.68
	12.4	13.9	273	316	9.46	91.5	8.03	35.57
	12.55	13.9	272.2	315.1	9.4	90.9	8.05	35.64
	12.7	13.91	271.7	314.5	9.44	91.2	8.07	36.25
	12.85	13.92	273	315.9	9	87.1	8.08	36.8
	13	13.92	270.5	313	9.27	89.7	8.06	39.76
	13.07	13.92	271.3	313.9	8.98	86.9	8.07	40.71
	13.3	13.94	269.2	311.4	9.01	87.2	8.09	44.27
	13.45	13.95	266.2	307.8	9.36	90.6	8.09	48.98
	13.52	13.95	266.7	308.3	9.52	92.1	8.12	51.72
	13.52	13.95	266.2	307.8	9.39	90.9	8.14	54.89
	13.52	13.96	265.8	307.3	9.22	89.3	8.12	58.22
	13.59	13.96	265	306.3	9.48	91.8	8.07	61.1
	13.67	13.96	264.1	305.3	9.66	93.5	8	60.93
	13.74	13.96	264.5	305.8	9.27	89.7	7.96	59.71
	13.82	13.95	264.5	305.8	9.75	94.4	7.96	58.05
	13.97	13.96	263.7	304.8	9.7	93.9	7.91	57.65
	14.04	13.97	263.3	304.2	9.54	92.3	7.87	55.8
	14.12	13.97	262.8	303.7	9.86	95.5	7.83	53.49
	14.27	13.97	262.8	303.7	9.58	92.8	7.79	51.99
	14.42	13.97	262	302.7	9.32	90.2	7.74	50.49

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	14.49	13.98	261.6	302.2	9.2	89.1	7.72	47.64
	14.64	13.98	260.7	301.2	9.3	90.1	7.74	45.35
	14.72	13.98	261.1	301.7	9.66	93.6	7.74	44.64
	14.79	13.99	260.7	301.1	9.52	92.2	7.71	44.55
	15.01	14	258.6	298.6	9.46	91.7	7.68	43.54
	15.16	14	259	299.1	9.63	93.3	7.66	42.66
	15.31	14	257.3	297.1	9.69	93.9	7.61	40.11
	15.39	14	258.6	298.6	9.4	91.1	7.6	37.58
	15.54	14.01	257.8	297.6	9.34	90.5	7.55	34.29
	15.69	14.01	256.5	296.1	9.5	92.1	7.51	31.03
	15.84	14.02	255.2	294.5	9.71	94.1	7.48	28.15
	16.13	14.03	252.2	291.1	9.6	93.1	7.49	27.07
	16.21	14.05	250.5	288.9	8.87	86	7.53	27.07
	16.28	14.06	250.5	288.9	9.18	89	7.58	28.37
	16.36	14.06	250.1	288.4	9.27	89.9	7.63	30.6
	16.51	14.06	251	289.4	9.61	93.2	7.68	31.7
	16.58	14.06	248.9	286.9	9.06	87.9	7.74	33.17
	16.66	14.07	248.9	286.8	9.24	89.7	7.76	35.21
	16.81	14.07	248.9	286.8	9.35	90.7	7.82	38.16
	17.03	14.07	248.9	286.8	9.32	90.4	7.89	40.67
	17.25	14.08	248.9	286.8	10.18	98.8	7.92	43.18
	17.25	14.09	249.3	287.2	10.16	98.6	7.91	43.71
	17.25	14.09	248.4	286.2	9.68	94	7.89	42.74
	17.25	14.09	248.4	286.2	9.66	93.8	7.85	41.97
	17.33	14.09	248	285.7	9.64	93.6	7.8	39.61
	17.48	14.09	248.4	286.2	9.61	93.3	7.75	36.37
	17.7	14.09	247.2	284.7	9.5	92.2	7.7	37.74
	17.78	14.11	247.2	284.6	9.92	96.4	7.7	38.1
	17.93	14.12	246.7	284.1	9.71	94.3	7.71	38.63
	18.23	14.11	246.7	284.1	9.89	96.1	7.65	38.08
	18.3	14.12	246.7	284	9.6	93.2	7.64	39.21
	18.45	14.14	244.2	281	9.52	92.6	7.62	39.12
	18.67	14.15	244.2	280.9	9.62	93.5	7.59	39.96
	18.82	14.15	243.8	280.4	9.76	94.9	7.62	40.91
	18.97	14.15	243.8	280.4	9.34	90.7	7.64	41.35
	19.12	14.16	243.8	280.4	9.28	90.3	7.64	44.96
	19.35	14.16	243.8	280.4	9.99	97.2	7.67	45.99
	19.5	14.16	242.9	279.3	10.03	97.5	7.67	45.79
	19.65	14.17	242.9	279.3	9.26	90	7.63	44.36
	19.79	14.19	242.9	279.2	10.38	101	7.65	44.05
	20.02	14.2	241.6	277.6	9.49	92.4	7.61	41.88
	20.09	14.19	241.6	277.7	9.55	92.9	7.58	40.82
	20.32	14.2	242.1	278.1	9.83	95.7	7.54	38.4
	20.39	14.2	242.5	278.6	9.74	94.8	7.45	36.44
	20.54	14.21	241.6	277.6	9.55	92.9	7.37	32.83
	20.69	14.22	241.6	277.5	9.75	95	7.33	26.35
	20.84	14.22	241.6	277.5	9.84	95.8	7.31	20.05
	21.06	14.24	240.8	276.4	9.58	93.4	7.3	16.22
	21.21	14.24	241.2	276.9	9.24	90	7.31	13.12
	21.51	14.24	241.6	277.3	9.06	88.3	7.33	11.72
	21.74	14.25	241.6	277.3	8.59	83.7	7.33	11.44
	21.89	14.26	240.8	276.2	8.59	83.8	7.37	10.5
	22.11	14.27	241.2	276.7	8.51	82.9	7.46	11.55
	22.26	14.27	241.2	276.6	8.47	82.6	7.53	11.05
	22.48	14.29	239.5	274.6	8.61	84	7.59	12.26

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	22.63	14.29	241.2	276.5	8.72	85	7.64	15.04
	22.86	14.31	240.8	275.9	8.84	86.3	7.66	18.22
	22.93	14.33	240.8	275.8	8.87	86.6	7.63	19.03
	23.23	14.34	240.4	275.2	9.49	92.6	7.64	20.92
	23.38	14.35	240.4	275.1	9.36	91.4	7.62	20.25
	23.45	14.34	240.8	275.6	8.29	81	7.64	21.5
	23.6	14.34	240.8	275.6	8.92	87.1	7.62	22.27
	23.75	14.34	241.2	276.2	8.75	85.4	7.6	22.58
	23.98	14.34	240.4	275.2	8.8	85.9	7.59	22.16
	24.13	14.37	241.6	276.5	8.94	87.3	7.61	22.09
	24.28	14.38	241.6	276.4	8.73	85.3	7.61	23.26
	24.5	14.38	241.2	275.9	8.28	80.9	7.61	22.84
	24.65	14.39	241.6	276.3	9.17	89.6	7.63	23.99
	24.87	14.39	241.2	275.8	8.36	81.7	7.62	23.92
	25.17	14.39	241.6	276.3	9.35	91.4	7.62	25
	25.32	14.41	241.6	276.2	8.33	81.4	7.59	23.37
	25.55	14.41	241.6	276.2	9.09	88.9	7.59	23.08
	25.77	14.43	242.1	276.5	8.52	83.3	7.57	22.35
	25.92	14.43	243.3	278	8.77	85.8	7.56	21.88
	25.99	14.44	242.5	276.9	8.97	87.7	7.55	22.43
	26.22	14.46	243.3	277.8	8.64	84.6	7.53	21.35
	26.52	14.48	242.5	276.7	8.66	84.8	7.53	21.15
	26.74	14.47	242.9	277.2	8.8	86.1	7.52	21.1
	26.97	14.47	242.9	277.2	8.7	85.2	7.5	20.84
	26.97	14.47	242.9	277.2	8.43	82.6	7.5	21.02
	26.97	14.47	242.5	276.7	8.32	81.4	7.55	20.56
	27.04	14.47	242.5	276.7	8.19	80.2	7.63	20.27
	27.04	14.47	242.5	276.7	8.3	81.3	7.72	20.65
	27.04	14.47	242.5	276.7	8.22	80.5	7.8	21.2
	27.11	14.48	242.9	277.2	8.31	81.4	7.88	21.55
	27.19	14.48	242.9	277.1	8.29	81.2	7.97	21.82
	27.41	14.48	242.5	276.7	8.32	81.5	8.06	22.17
	27.56	14.48	242.9	277.1	8.5	83.3	8.15	22.52
	27.71	14.49	243.8	278.1	8.5	83.2	8.25	23.18
	27.86	14.52	314.6	358.5	9.82	96.2	8.34	23.47
	28.09	14.55	328.6	374.2	12.32	120.9	8.39	24.75
	28.24	14.55	334.1	380.5	13.87	136.1	8.41	25.86
	28.38	14.56	340.9	388.1	14.88	145.9	8.43	26.67
	28.61	14.56	351	399.7	15.48	151.9	8.45	27.51
	28.76	14.56	356.1	405.4	15.97	156.7	8.47	28.31
	28.98	14.56	357	406.4	16.63	163.1	8.48	29.12
	29.13	14.56	356.1	405.4	17.02	167	8.5	29.7
	29.21	14.57	365	415.5	17.17	168.5	8.52	30.15
	29.36	14.58	380.3	432.8	17.43	171	8.54	30.57
	29.51	14.58	373.9	425.5	17.5	171.7	8.56	30.94
	29.65	14.58	377.3	429.4	17.72	173.9	8.58	31.05
	29.88	14.58	380.7	433.2	17.88	175.5	8.6	31.13
	30.1	14.6	404.5	460.1	18.14	178.1	8.62	31.48
	30.25	14.6	407	462.9	18.27	179.4	8.63	31.75
	30.55	14.6	412.1	468.7	18.35	180.1	8.65	31.7
	30.78	14.61	436.7	496.6	18.34	180	8.66	31.52
	30.92	14.62	449.8	511.4	18.11	177.9	8.68	31.45
	31.22	14.63	459.2	521.9	17.68	173.7	8.69	31.34
	31.37	14.63	470.6	534.8	17.25	169.5	8.71	31.32
	31.6	14.64	485.4	551.6	16.87	165.8	8.72	31.32

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	31.75	14.64	486.7	553	16.39	161	8.73	31.23
	31.82	14.64	486.3	552.5	16.05	157.7	8.74	31.04
	32.04	14.64	485.9	552	15.83	155.5	8.75	30.69
	32.19	14.66	521.5	592.3	15.65	153.8	8.76	30.27
	32.34	14.67	528.7	600.4	15.11	148.6	8.78	30.03
	32.49	14.67	531.7	603.7	14.34	141	8.79	29.94
	32.64	14.67	527.8	599.4	13.7	134.7	8.8	29.87
	32.79	14.67	541.8	615.2	13.21	129.9	8.8	29.64
	32.94	14.68	546.9	620.8	12.78	125.6	8.81	29.2
	33.09	14.68	546.9	620.8	12.34	121.4	8.82	28.8
	33.17	14.69	545.2	618.8	12	118.1	8.82	28.47
	33.46	14.69	556.3	631.3	11.8	116	8.83	28.25
	33.54	14.7	574.5	651.8	11.35	111.7	8.83	28.12
	33.69	14.71	577.5	655	10.79	106.2	8.84	28.09
	33.84	14.7	577.5	655.1	10.25	100.8	8.84	27.94
	33.99	14.71	579.1	657	9.95	97.9	8.85	27.73
	34.14	14.71	575.3	652.6	9.65	94.9	8.85	27.43
	34.21	14.71	575.8	653.1	9.52	93.7	8.86	27.21
	34.44	14.71	574.1	651.2	9.38	92.3	8.87	27.03
	34.58	14.71	581.7	659.8	9.32	91.7	8.88	26.88
	34.58	14.71	584.7	663.1	9.21	90.6	8.89	26.73
	34.73	14.73	589.7	668.7	9.07	89.3	8.9	26.48
	34.96	14.74	616.5	698.8	8.89	87.5	8.91	26.15
	35.11	14.74	622	704.9	8.48	83.5	8.91	25.71
	35.26	14.76	632.1	716.2	7.88	77.6	8.92	25.33
	35.48	14.76	635.1	719.5	7.3	71.9	8.92	24.93
	35.56	14.77	644.4	730	6.78	66.8	8.93	24.64
	35.78	14.78	647.8	733.7	6.32	62.3	8.93	24.32
	35.93	14.77	647.8	733.7	5.92	58.3	8.94	24.04
	36.08	14.78	651.2	737.5	5.65	55.7	8.94	23.71
	36.23	14.78	653.8	740.3	5.51	54.3	8.94	23.42
	36.38	14.79	671.6	760.2	5.44	53.6	8.95	23.16
	36.38	14.79	668.2	756.4	5.2	51.3	8.96	22.81
	36.38	14.79	666.5	754.5	4.95	48.8	8.96	22.4
	36.38	14.79	666.5	754.4	4.8	47.4	8.97	21.85
	36.6	14.8	668.2	756.2	4.71	46.5	8.98	21.25
	36.75	14.8	669	757.3	4.63	45.6	8.99	20.59
	36.9	14.8	675.8	764.8	4.61	45.5	8.99	19.92
	37.05	14.8	672.9	761.5	4.5	44.4	9	19.19
	37.27	14.8	672.4	761	4.44	43.8	9.01	18.53
	37.5	14.84	715.7	809.2	4.39	43.3	9.02	17.63
	37.72	14.86	733.9	829.4	4.17	41.2	9.02	16.73
	37.95	14.87	740.7	836.9	3.73	36.8	9.03	15.98
	38.17	14.87	746.6	843.5	3.26	32.2	9.03	15.34
	38.32	14.88	752.1	849.4	2.94	29	9.04	14.79
	38.47	14.91	774.6	874.4	2.66	26.3	9.04	14.15
	38.69	14.91	772.5	871.8	2.37	23.5	9.05	13.38
	38.92	14.91	777.2	877.1	2.08	20.5	9.05	12.63
	39.14	14.93	783.9	884.4	1.93	19.1	9.05	12.03
	39.29	14.94	795.8	897.5	1.78	17.6	9.06	11.35
	39.51	14.95	800.5	902.5	1.66	16.4	9.06	10.68
	39.74	14.97	803.9	906	1.49	14.8	9.07	9.82
	39.96	14.98	820.8	924.8	1.31	13	9.07	8.94
	40.19	14.99	822.5	926.5	1.15	11.4	9.07	7.94
	40.41	15	823.8	927.6	1.03	10.2	9.07	6.79

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	40.64	15.01	825.9	929.9	0.92	9.1	9.07	5.71
	40.86	15.01	826.8	930.8	0.86	8.5	9.08	4.67
	41.01	15.02	829.3	933.5	0.79	7.8	9.08	3.71
	41.23	15.05	844.1	949.5	0.74	7.4	9.08	2.43
	41.46	15.06	847.5	952.9	0.71	7	9.08	0.99
	41.61	15.07	847.1	952.4	11.13	110.4	9.08	-0.2
	41.83	15.07	848.4	953.8	3.45	34.2	9.09	-1.29
	42.05	15.08	851.8	957.2	5.76	57.1	9.09	-2.68
	42.2	15.1	853.9	959.3	1.92	19.1	9.09	-3.91
	42.43	15.1	853.5	958.8	1.72	17.1	9.09	-5.12
	42.65	15.11	855.2	960.3	1.6	15.9	9.09	-6.42
	42.8	15.12	859.4	965	1.81	18	9.09	-7.56
	43.1	15.13	860.7	966.2	1.76	17.5	9.09	-8.98
	43.32	15.14	861.5	966.9	1.37	13.6	9.09	-10.32
	43.47	15.14	862	967.3	1.23	12.2	9.1	-11.51
	43.62	15.15	863.2	968.5	1.15	11.4	9.1	-12.94
	43.85	15.16	865.8	971.1	1.11	11	9.1	-14.24
	44.07	15.17	865.8	971	1.07	10.6	9.1	-15.54
	44.22	15.17	866.2	971.5	1.03	10.3	9.1	-16.88
	44.3	15.17	866.2	971.5	1.02	10.1	9.1	-18.27
	44.44	15.18	869.2	974.3	1	10	9.1	-19.43
	44.59	15.2	870	975	0.97	9.7	9.1	-20.82
	44.82	15.2	870.4	975.4	0.96	9.5	9.1	-21.96
	44.97	15.2	870.9	975.9	0.8	8	9.11	-23.04
	45.19	15.21	871.7	976.5	0.91	9	9.1	-24.16
	45.27	15.22	872.6	977.3	0.91	9	9.11	-25.12
	45.42	15.23	873.8	978.5	0.91	9.1	9.11	-26.11
	45.64	15.25	875.1	979.4	0.91	9	9.11	-27.13
	45.79	15.26	875.9	980.2	0.9	9	9.11	-28.06
	45.79	15.26	874.7	978.8	0.89	8.9	9.11	-29
	45.86	15.26	875.5	979.7	0.9	9	9.11	-29.89
	45.86	15.26	875.9	980.2	0.91	9.1	9.11	-30.67
	46.01	15.27	876.4	980.4	0.94	9.4	9.11	-31.73
	46.01	15.27	875.9	979.9	0.94	9.4	9.11	-32.68
	46.09	15.26	875.5	979.6	0.93	9.3	9.11	-33.85
	46.16	15.28	877.6	981.6	0.86	8.6	9.11	-35.04
	46.31	15.28	877.6	981.5	0.86	8.6	9.11	-36.23
	46.39	15.28	876.8	980.5	0.88	8.8	9.11	-37.48
	46.46	15.29	876.8	980.4	0.88	8.7	9.11	-38.85
	46.46	15.28	877.6	981.4	0.86	8.5	9.11	-40.04
	46.61	15.29	878.1	981.8	0.83	8.2	9.11	-41.64
	46.83	15.3	878.1	981.6	0.81	8.1	9.11	-43.27
	46.98	15.29	878.1	981.7	0.81	8	9.11	-44.63
	47.21	15.31	878.5	981.8	0.8	8	9.11	-46.24
	47.43	15.32	878.9	982.1	0.79	7.9	9.11	-47.76
	47.66	15.32	878.9	982.1	0.81	8.1	9.11	-49.26
	47.96	15.32	879.3	982.4	0.8	7.9	9.12	-50.8
	48.18	15.33	879.8	982.7	0.77	7.7	9.12	-52.15
	48.4	15.33	879.3	982.2	0.77	7.7	9.12	-53.67
	48.7	15.34	879.8	982.4	0.76	7.6	9.12	-55.13
	48.93	15.35	880.2	982.8	0.76	7.6	9.12	-56.17
	49.08	15.35	880.6	983.1	0.76	7.6	9.12	-57.18
	49.3	15.36	881	983.4	0.77	7.7	9.12	-58.35
	49.45	15.36	879.8	981.9	0.75	7.5	9.12	-59.43
	49.67	15.36	880.2	982.4	0.75	7.5	9.12	-60.29

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	49.75	15.37	880.6	982.7	0.75	7.5	9.12	-61.06
	49.97	15.37	881	983.2	0.75	7.4	9.12	-61.74
	49.82	15.37	881	983.2	0.75	7.4	9.12	-62.26
	49.9	15.36	880.2	982.3	0.73	7.3	9.12	-62.61
	49.9	15.36	880.6	982.8	0.72	7.2	9.12	-63
	49.97	15.36	881	983.3	0.73	7.3	9.12	-63.57
	49.97	15.37	880.2	982.3	0.72	7.2	9.12	-64.1
	49.9	15.37	881	983.1	0.72	7.2	9.12	-64.61
	49.97	15.37	880.2	982.3	0.7	7	9.12	-65.16
	49.97	15.37	880.6	982.7	0.71	7.1	9.12	-65.88
	49.9	15.37	881	983.1	0.71	7.1	9.12	-66.7
	49.97	15.37	880.6	982.7	0.71	7.1	9.12	-67.69
	49.97	15.37	880.6	982.7	0.72	7.2	9.12	-68.79
	49.9	15.36	880.6	982.9	0.74	7.4	9.13	-69.89
	49.97	15.36	881	983.3	0.85	8.5	9.13	-70.97
	49.97	15.37	880.6	982.7	0.85	8.4	9.13	-71.99
	50.35	15.38	882.7	984.7	0.81	8.1	9.13	-73.11

I dati raccolti sono stati graficizzati nella figura allegata, dove sono stati messi a confronto i differenti punti di indagine, in correlazione con le caratteristiche meccaniche del sondaggio e la stratigrafia. E' stato anche indicato il piano viabile di progetto della galleria.

Il log del 04.11.03 ha denotato, per i vari parametri analizzati:

- profondità raggiunta con la sonda di poco superiore ai 72 m.p.c., contro gli 80 m. originari del sondaggio;
- variabilità dei valori di ossigeno disciolto, pH ed Eh sino a quota 50.3 m.p.c., dove termina la presenza del rivestimento in ferro, legata alla presenza di turbolenze entro il rivestimento;
- punto di discontinuità generale in corrispondenza della profondità di 50.3 m.p.c., base del rivestimento in ferro;
- gradienti mediamente omogenei per la temperatura e conducibilità;
- punto di flesso a profondità di circa 59 m.p.c. (ove si ha una litologia calcarea marnosa con marne foliate), inizio della tendenza ai valori tipici della falda indagata (escludendo cioè la porzione superiore, con predominanza di acqua più dolce).
- valori idrochimici di inquadramento del 03.11.03 coerenti in generale con quanto rilevato nel log del giorno successivo;

- valori idrochimici della sorgente termale che si discostano decisamente da quelli del sondaggio S1.

2005/08/31	
------------	--

4. CONCLUSIONI

I dati ottenuti dal log effettuato in foro di sondaggio S1 il 04.11.03 sono stati confrontati con quelli della risorgiva termale di Acquasanta Terme, e con le letture strumentali eseguite il giorno precedente alla effettuazione del log stesso, all'interno dell'S1.

Da ciò si può riassumere, come valori medi:

RISORGIVA TERMALE (quota circa 340.8 m.s.l.m.)

pH: 6.9

T: 29.7 °C

Cond./20°: 4880 µS/cm

Eh: -1250 mV

O2: 21.5 mg/l

LETTURE S1 PRIMA DELLA PROVA LUGEON (liv. dinamico falda acquifera, a quota assoluta di 413 m.s.l.m.)

pH: 7.7

T: 14.7 °C

Cond./20°: 980 µS/cm

Eh: -160 mV

O2: 1.8 mg/l

LETTURE S1 DOPO PROVA LUGEON, A FONDO FORO (liv. statico falda acquifera a quota assoluta di 444.6 m.s.l.m.)

pH: 9.1

T: 15.4 °C

Cond./20°: 985 µS/cm

Eh: -73 mV

O2: 0.8 mg/l

Il log eseguito mostra un primo andamento variabile nei valori, con l'ossigeno che si attesta sui valori naturali (ca. 10 mg/l).

La temperatura aumenta secondo il normale gradiente geotermico di 1°C ogni 33 m. ca, risente però di una variazione leggera ma ben distinguibile, a circa -59.00 m. di profondità.

Stesso punto viene evidenziato sulla conducibilità, che varia inizialmente, assestandosi poi ai valori tipici, così come l'ossigeno disciolto ed il potenziale redox.

Non si deve dimenticare che le misure sono state effettuate in una condizione dinamica in atto, sia dal punto di vista fisico (gradiente d'acqua) che chimico (immissione di acque dolci a contatto con acqua più calda e a chimismo differente).

Tale condizione dinamica è evidenziata da O₂ che aumenta da -50.20 m. a -53.70 area non interessata dalla falda acquifera, il cui livello dinamico è posto a -53.72 m.p.c. al momento dell'esecuzione del log, ma permeata da acqua il giorno precedente.

I valori tipici dell'acqua di falda entro il foro di sondaggio si riscontrano alla profondità di circa -59/-60 m.p.c., profondità alla quale si ha presenza di acqua in condizioni spiccatamente riducenti, probabilmente anche dovute alla limitata permeabilità dei litotipi.

I dati raccolti andranno verificati con le risultanze delle analisi chimiche, relative ai campioni di acqua prelevati entro il foro di sondaggio S1.

I parametri fisici rilevati al sondaggio S1 mostrano valori discordanti con la sorgente termale, posta a quota di circa 70 m. inferiore rispetto alla superficie piezometrica statica della falda presente entro il foro di sondaggio (livello statico a -21.90m dal p.c.).

A parte le medesime condizioni riducenti dell'ambiente, si hanno mineralizzazioni differenti e condizioni acido/base opposte.

Morciano di Romagna, novembre 2003

2 TOMOGRAFIE SISMICHE A RIFRAZIONE (PROGETTO DEFINITIVO 2005)

INDICE

1.	INDICAZIONI GENERALI	3
2.	DISTRIBUZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI	4
3.	PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE	5
3.1.	MODALITA' OPERATIVE	5
3.1.1.	Generalità	5
3.1.2.	Sorgente di energia	6
3.1.3.	Apparato di ricezione	6
3.1.4.	Operazioni di campagna	6
3.1.5.	Acquisizione dati	7
3.2.	ELABORAZIONE DATI	7
3.2.1.	Elaborazione sismogrammi (preprocessing)	7
3.2.2.	Elaborazione della sezione tomografica (processing in velocità)	9
3.2.3.	Analisi del gradiente geotomografico	10
3.3.	MODALITA' DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	12
4.	ANALISI DELLE RISULTANZE	14
4.1.	SETTORE 1 (Favalanciata)	14
4.2.	SETTORE 2 (Novele)	15
4.3.	SETTORE 3 (Morrice)	17
4.4.	SETTORE 4 (S.Vito)	18
4.5.	SETTORE 5 (Acquasanta Terme)	19
5.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	21

**ASSOCIAZIONE TEMPORANEA D'IMPRESE
S.P.E.A. (Milano) - S.A.G.I. (Ancona) - G.I.G.A. (Forlì) - CONSULTEC (Ascoli Piceno)**

**S.S. N°4 SALARIA
AMMODERNAMENTO TRA LE PROGRESSIVE KM 177+00 E KM 182+00**

**LOTTO 2
TRATTO: GALLERIA "VALGARIZIA" DI FAVALANCIATA
ED IL CENTRO ABITATO DI ACQUASANTA TERME (AP)**

**INDAGINI GEOSISMICHE TOMOGRAFICHE
SU TRATTI DEL TRACCIATO**

1. INDICAZIONI GENERALI

Sono state eseguite indagini sismiche a rifrazione con elaborazione tomografica in corrispondenza di 5 settori della prevista variante in galleria e in viadotto della S.S. n° 4 Salaria nei pressi di Acquasanta Terme (AP).

Di questi settori, 4 aree d'indagine sono state ubicate lungo tratti di più accentuata incisione morfologica in corrispondenza del previsto asse stradale di galleria nei pressi delle località (procedendo da ovest verso est) Favalanziata (sezione tomografica 1), Novele (sezione tomografica 2), Morrice (sezione tomografica 3) e S.Vito (sezione tomografica 4) mentre l'ultimo settore analizzato è stato posizionato in corrispondenza del tratto di variante in viadotto per l'attraversamento del Fiume Tronto (lato orografico destro) immediatamente prima dell'imbocco di galleria lato Acquasanta Terme (sezione tomografica 5).

Le finalità dell'indagine sono state molteplici:

- a) localizzare in ciascun sito d'indagine l'interfaccia tra formazione lapidea essenzialmente marnoso-arenacea alterata-fratturata ("cappellaccio") con locali coperture detritico-alluvionali recenti differenziandola dal sottostante materiale litologicamente analogo ma più consistente (in dettaglio, da note geologiche forniteci dal Committente, trattasi sostanzialmente di Formazione della Laga per le linee sismiche 1 e 2, Formazione della Laga-Marne a Pteropodi per la linea sismica 3, Marne con Cerrognana per la linea sismica 4, Bisciario-Marne con Cerrognana con copertura di travertini e terrazzi alluvionali per la linea sismica 5);
- b) valutare le caratteristiche di consistenza differenziata sia della fascia alterata-fratturata subsuperficiale sia della formazione lapidea di base più profonda in settori morfologicamente più incisi in corrispondenza dell'asse del tracciato di progetto;
- c) individuare le principali caratteristiche morfologiche, sismostratigrafiche e geometriche dell'ammasso ed eventuali discontinuità strutturali presenti nei settori in esame (faglie, settori cataclastici) che possono condizionare la realizzazione dell'opera.

L'esecuzione dell'indagine geosismica tomografica (per la determinazione delle caratteristiche elastiche e di consistenza dei materiali presenti in zona con definizione dello spessore della fascia allentata e valutazione del grado di anisotropia ed alterazione del tetto del bedrock) ha quindi comportato la realizzazione (in accordo con la Committenza) di n° 5 allineamenti sismici disposti longitudinalmente rispetto all'asse del previsto tracciato per poter approfondire l'indagine geognostica fino ad alcune decine di metri di profondità investigando un settore sufficientemente ampio di incisione morfologica del pendio ed avere una ottimale risoluzione entro i primi 20-50 m dal p.c..

Sono state quindi realizzate n° 5 sezioni sismiche per complessivi 890 metri lineari sul profilo topografico con spaziature dei geofoni ogni 10 m (linea 1=120 m, linea 2=150 m, linea 3=400 m, linea 4=110 m, linea 5=110 m) ed energizzazione degli impulsi sismici ogni 3-4 geofoni (cioè con densità tale da permettere una ottimale ricostruzione tomografica di ciascun settore di analisi).

Queste 5 sezioni sismiche sono state elaborate tomograficamente per consentire un'accurata definizione dei parametri elastici del sottosuolo per celle analitiche di dimensione metrica ed una più adeguata ricostruzione geometrica (rispetto ad analisi standard per rifrattori) delle principali interfacce geotecniche.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata con analisi delle velocità delle onde di compressione (V_p in km/sec).

2. DISTRIBUZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI

In allegato alla presente relazione tecnica sono presentati i 2 elaborati cartografici (planimetria e sezioni) delle risultanze ottenute dalla prospezione geosismica le cui descrizioni sono riportate alle pagine seguenti.

Nella planimetria generale delle indagini geosismiche (Allegato 1) in scala 1:10.000 sono riportati con riquadro rosso nella corografia dell'area i 5 settori d'indagine sismica; nello stesso allegato, nella parte inferiore sono poi presentati in dettaglio alla scala di 1:1.000 gli stralci planimetrici dei settori d'indagine sismica con la denominazione e l'ubicazione degli allineamenti sismici a rifrazione tomografica (sezioni 1, 2, 3, 4, 5 -in rosso-) ed indicazione delle stazioni geofoniche della linea sismica per orientamento della stessa.

Le 5 sezioni sismiche tomografiche sono riportate assieme nell'Allegato 2 in scala 1:500 con rappresentazione di ciascuna elaborazione in velocità delle onde di compressione (V_p in km/sec) a countour line e a campiture di colore per meglio differenziare le diverse caratteristiche di consistenza della porzione di ammasso investigato.

3. PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

3.1. MODALITA' OPERATIVE

3.1.1. Generalità

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione prevede la misura dei tempi di propagazione delle onde di compressione (P) e/o di taglio (S) tra il punto di energizzazione in superficie (shot) e vari punti di ricezione (geofoni) disposti sulla superficie topografica.

L'analisi della velocità di propagazione delle onde elastiche nel sottosuolo, longitudinali (V_p) e/o trasversali (V_s), ottenuta conoscendo la distanza shot-ricevitore ed il relativo tempo di arrivo dell'impulso sismico ($\text{velocità} = \text{spazio}/\text{tempo}$), consente di rilevare in sintesi le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni, poiché i valori di V_p e/o V_s sono proporzionali al grado di compattezza dei mezzi percorsi.

L'elaborazione dei dati e le relative rappresentazioni cartografiche sono state effettuate tramite analisi tomografica.

L'analisi tomografica, nella quale cioè il sottosuolo della linea sismica viene suddiviso in minime celle analitiche, ha consentito, rispetto ad analisi standard per rifrattori, un'elaborazione più di dettaglio in termini di velocità particellari dell'intero ammasso, permettendo di distinguere mediante rappresentazioni a countour line di isovelocità anche intorno minimi con caratteristiche differenziate per variazioni di consistenza, grado di alterazione, petrografia, granulometria o addensamento.

Quindi, le prospezioni geosismiche a rifrazione, specialmente quelle con tecnica tomografica, mediante la delineazione particolareggiata di aree di discontinuità fisica possono validamente contribuire alla definizione dello stato di resistenza del materiale, ad ampie correlazioni stratigrafico-geomeccaniche ed a significative ricostruzioni geomorfologiche.

Riguardo inoltre alla correlazione con i contatti litostratigrafici individuati nei sondaggi geomeccanici, l'identificazione dei livelli o settori rilevati dalla prospezione geosismica con tecnica tomografica dipende dal grado di effettiva omogeneità dello spessore litostratigrafico.

Cioè molto spesso interferiscono, con effetti opposti, fenomeni di cementazione o di disaddensamento al tetto e/o al letto dello strato geologico, i quali causano rispettivamente un innalzamento e un abbassamento dei valori particellari di velocità sismica per cui non necessariamente devono coincidere livelli di discontinuità fisica e semplici delimitazioni geologiche.

Anzi la prospezione geosismica a rifrazione, specialmente quella con tecnica tomografica grazie al suo estremo dettaglio analitico, può mettere in luce importanti effetti di anisotropia laterale anche entro uno stesso livello litostratigrafico indicati da significative variazioni verticolaterali dei valori di velocità di propagazione delle onde elastiche che

evidenziano stati particolari di degradazione non sempre individuabili direttamente dalle analisi litologiche e geotecniche relative ai limitati prelievi nei punti di perforazione.

Per l'insieme delle osservazioni sopra esposte, l'elaborazione dei diversi risultati ottenuti mediante un accurato rilievo di sismica a rifrazione, può rispondere validamente ad esigenze di sintesi analitica e geognostica secondo convenienti criteri di praticità.

3.1.2. Sorgente di energia

Considerata l'impossibilità di accedere lungo i pendii in esame, spesso molto acclivi, con mezzi motorizzati ed energizzatori di più elevata potenza (es "Thumper" o massa battente da 500 kg montata su carrello trainato da trattore) si è sopperito, vista anche la generalmente breve lunghezza degli stendimenti, il bedrock subaffiorante e la necessità di investigare profondità dell'ordine di qualche decina di metri, con il generatore definito "Hammer Blow" rappresentato da un maglio di 10 kg usato da un operatore e lasciato cadere con forza da circa 2 m su una piastra d'acciaio.

3.1.3. Apparato di ricezione

Sono stati utilizzati geofoni da 40 Hz (con asse strumentale verticale per ricezione onde P) posizionati sul terreno ad intervalli di 10 metri in funzione del dettaglio richiesto collegati tra loro da cavo elettrico e tramite questo al sismografo.

Inoltre è stato usato un geofono (geofono del time break o hammer switch) applicato nelle estreme vicinanze dell'apparato energizzatore, il quale costituisce il dispositivo di trigger per l'inizio della registrazione; tale segnale viene trasmesso tramite impulsi radio al sismografo.

3.1.4. Operazioni di campagna

Le operazioni di campagna per consentire l'elaborazione tomografica più di dettaglio sono analoghe a quelle di sismica standard con elaborazione per rifrattori anche se, per i rilievi di sismica tomografica, il numero di registrazioni che vengono realizzate è assai superiore (anche più del doppio, vedasi tavole delle Dromocrone) per consentire di avere a disposizione una quantità di dati tale da coprire con la giusta geometria dei raggi e in maniera omogenea l'intera sezione sismica in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei.

Eseguito il posizionamento dei geofoni sul terreno, collegati questi tramite morsetti bipolari al cavo elettrico e quest'ultimo al sismografo, verificati i segnali via radio tra apparato di energizzazione e di ricezione, sono stati realizzati alcuni shot di prova allo scopo di tarare i parametri di acquisizione dello strumento di registrazione dati.

Effettuata la taratura della strumentazione si è proceduto alla prospezione sismica a rifrazione in modo tale che dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'impatto prestabilito, si fosse acquisito e registrato il segnale su hard disk presente sul sismografo per la successiva elaborazione da effettuarsi in sede, eventualmente stampando su carta fotosensibile la registrazione di campagna per analisi di velocità immediate di controllo o verifica.

Le 5 linee sismiche realizzate sono state perciò esplorate secondo un modulo prestabilito di energizzazioni con shot ogni 3-4 geofoni e copertura su tutta la linea.

3.1.5. Acquisizione dati

Gli impulsi sismici ricevuti dai geofoni posizionati sulla superficie topografica sono stati acquisiti utilizzando fino a due apparecchiature elettroniche EG&G Geometrics Geode a 24 canali di registrazione simultanea collegate in serie.

I dati acquisiti, dopo amplificazione, conversione analogico/digitale e filtraggio, sono stati registrati nel supporto magnetico (computer) di cui è dotato il registratore di campagna.

3.2. ELABORAZIONE DATI

3.2.1. Elaborazione sismogrammi (preprocessing)

Traduzione tracce sismiche

La prima operazione che è stata eseguita in sede, una volta terminata la fase di acquisizione dati in campagna, è stata quella di tradurre i file di dati (un file ogni punto di energizzazione fino a 48 canali di registrazione).

Questa fase di preprocessing permette di convertire il formato con cui i dati sismici sono registrati dal sismografo EG&G GEOMETRICS GEODE in quello del programma elaborativo (**SeisView®**).

Analisi dei first break peak (F.B.P.)

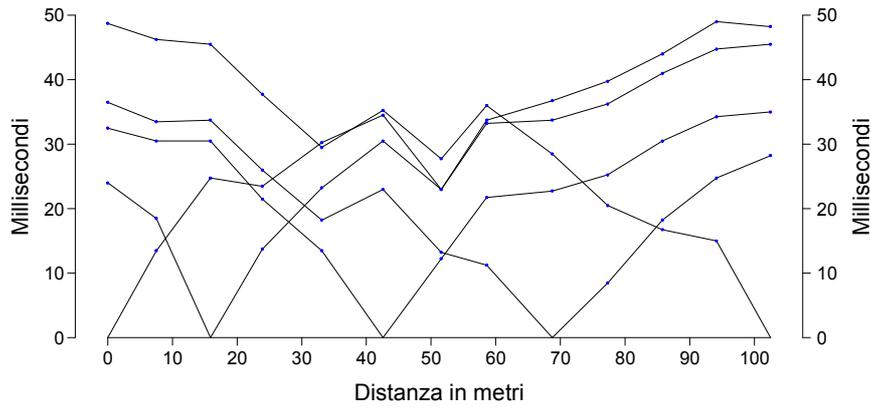
Di seguito è stata fatta all'elaboratore col programma Seisview modificato la ricerca su ciascuna traccia di ogni sismogramma del primo arrivo (F.B.P. first break peak) dell'onda di compressione (P).

Di ogni file di dati acquisito in campagna è stato quindi creato un nuovo file con i tempi di arrivo (in millisec) degli F.B.P.; tutti i file F.B.P. relativi ad una singola linea sismica sono stati riuniti in un unico file di dati (con programma originale **Graf-Dxf®**) e successivamente copiati su foglio elettronico "Excel per Windows".

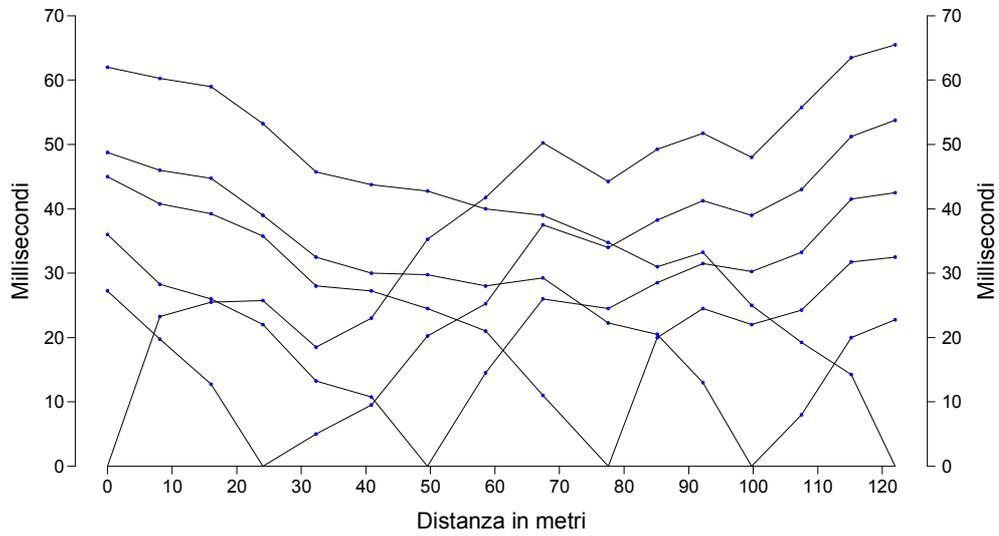
Tali dati sono stati poi graficizzati per ottenere la rappresentazione delle Diagrafie Tempi-Distanze (Dromocrone) di ciascuna linea sismica come documento della prospezione eseguita (vedasi tavole delle Dromocrone alle pagine seguenti).

I dati in formato numerico sono invece stati inseriti (opportunamente tradotti per poter essere analizzati dagli specifici programmi elaborativi) nel programma originale **S.R.A.®** (Seismic Refraction Analysis) per l'elaborazione tomografica.

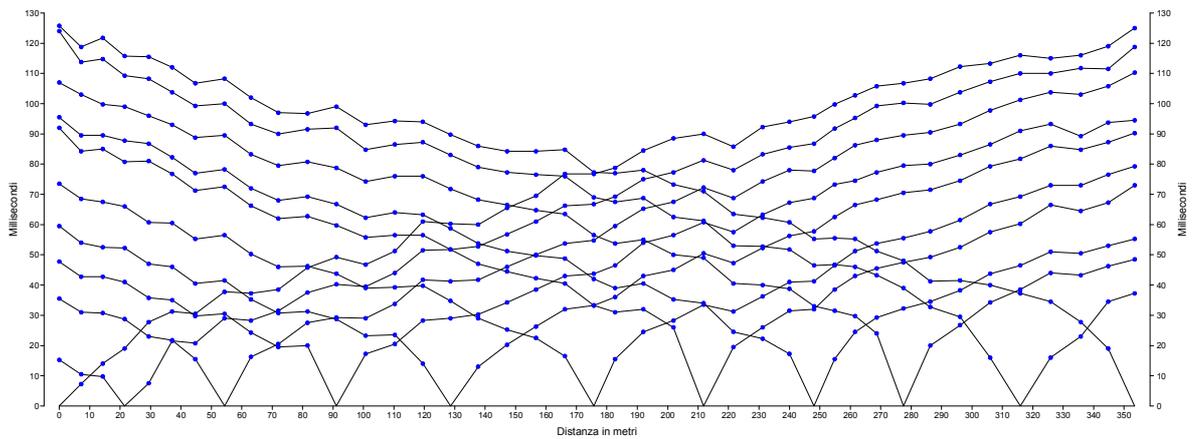
DROMOCRONE SEZIONE 1

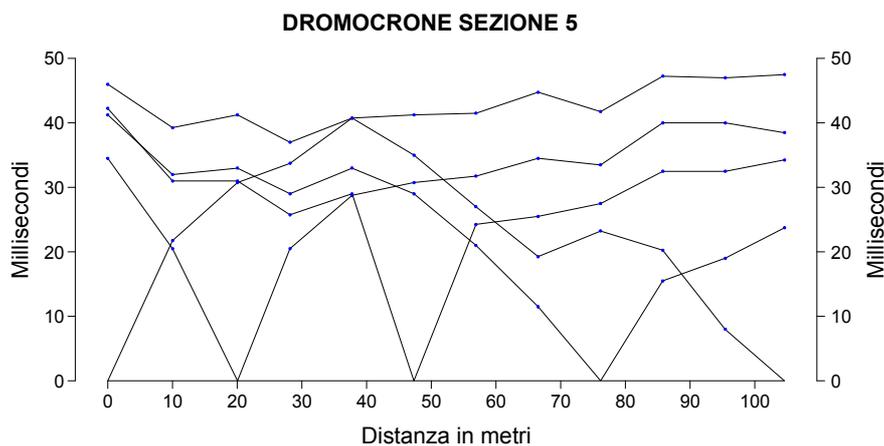
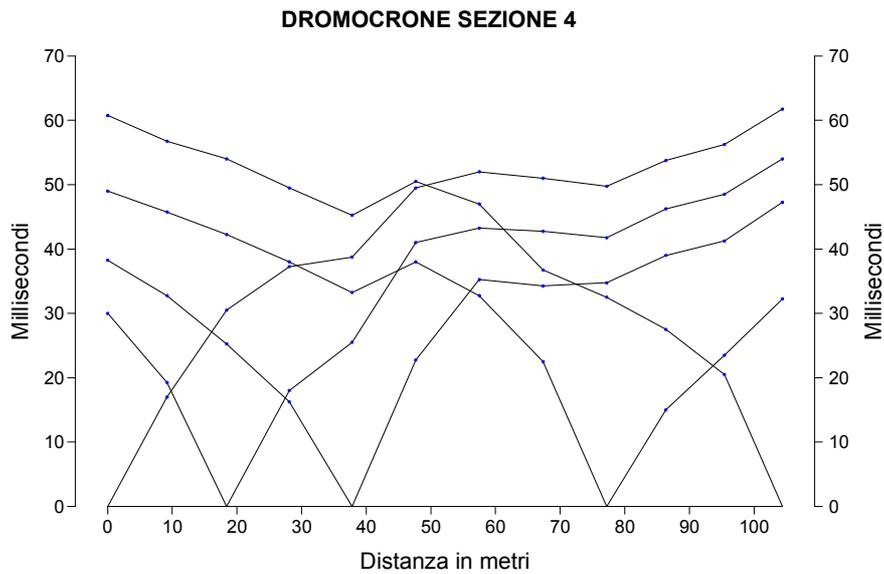


DROMOCRONE SEZIONE 2



DROMOCRONE SEZIONE 3





3.2.2. Elaborazione della sezione tomografica (processing in velocità)

L'elaborazione delle sezioni mediante analisi tomografica viene effettuata sia per avere un maggior dettaglio in termini di consistenza dell'ammasso sia per raggiungere maggiori profondità d'investigazione sopperendo quindi alla comune mancanza di rifrattori significativi procedendo in profondità specialmente in seguito alla presenza di materiale non sufficientemente differenziato nei termini dei parametri elastici.

Definizione della geometria della ricerca

La prima procedura di elaborazione tomografica consiste nella ricerca della geometria di percorso dei raggi sismici da ogni punto di energizzazione a ciascun geofono collegato che ha registrato l'impulso proveniente da quello stesso punto.

Tale operazione preliminare viene effettuata mediante tecniche di Ray Tracing Curvilineo.

Ray tracing e definizione dei parametri di calcolo

Il file di dati in Excel di ciascuna linea sismica precedentemente ottenuto, è stato per questo inserito nel programma di calcolo **S.R.A.**[®] (Seismic Refraction Analysis, programma originale sviluppato dalla Progeo che utilizza la piattaforma di Windows); il quale traccia, sulla base di una prima modellazione in velocità del sottosuolo, i vari raggi sismici che coprono da un estremo all'altro dello stendimento sismico l'intera area investigata al di sotto della superficie topografica.

Analisi delle risultanze delle velocità

Il passo successivo è stato l'applicazione sempre con lo stesso programma **S.R.A.**[®] di procedure tipo **S.I.R.T.** (Simultaneous Iterative Reconstruction Technique) le quali forniscono valori di velocità sismica per partizioni unitarie (celle di analisi di dimensione metrica), col quale l'operatore ha cercato, con successive iterazioni dalla prima modellazione del sottosuolo, di far convergere (dal punto di vista statistico fino a quando gli scarti quadratici e le varianze dei tempi calcolati sono minimi rispetto a quelli definiti in input) i dati modellati con quelli reali e corrispondenti ai tempi ottenuti dalle dromocrone originali.

In pratica le successive approssimazioni calcolate dall'elaboratore coi dati sempre più affinati e inseriti dall'operatore terminano quando le dromocrone, relative a quella data distribuzione di velocità partecellari, sono coincidenti e con scarto minimo (mediamente inferiore a 0.5%) con quelle reali ottenute dalle letture degli F.B.P. sui sismogrammi.

L'elaborazione tomografica con queste modalità è in grado di differenziare maggiormente le variazioni nel grado di consistenza (= variazioni dei parametri cinematici) dell'ammasso rispetto alle altre tecniche sismiche computerizzate generalmente utilizzate (es. elaborazione standard per rifrattori tipo G.R.M. , Generalized Reciprocal Method, Palmer 1980, col quale i valori compresi tra un rifrattore e l'altro sono differenziati solo lateralmente tra ciascun geofono ma senza dettaglio verticalmente).

Inoltre, tale tecnica innovativa, sopperisce alla mancanza di rifrattori significativi e alla presenza, assai comune col procedere in profondità, di materiale non sufficientemente differenziato nei termini fisici dei parametri elastici, per cui le tecniche tradizionali di sismica a rifrazione non riescono a discriminare il grado di consistenza, alterazione o disomogeneità dell'ammasso.

3.2.3. Analisi del gradiente geotomografico

Per localizzare i principali livelli di consistenza si è sviluppata l'analisi del gradiente geosismico il quale consiste in un'analisi matematica (*processing di gradiente*) allo scopo di rintracciare i luoghi ove il parametro elastico tomografico subisce significativi incrementi in brevi tratti.

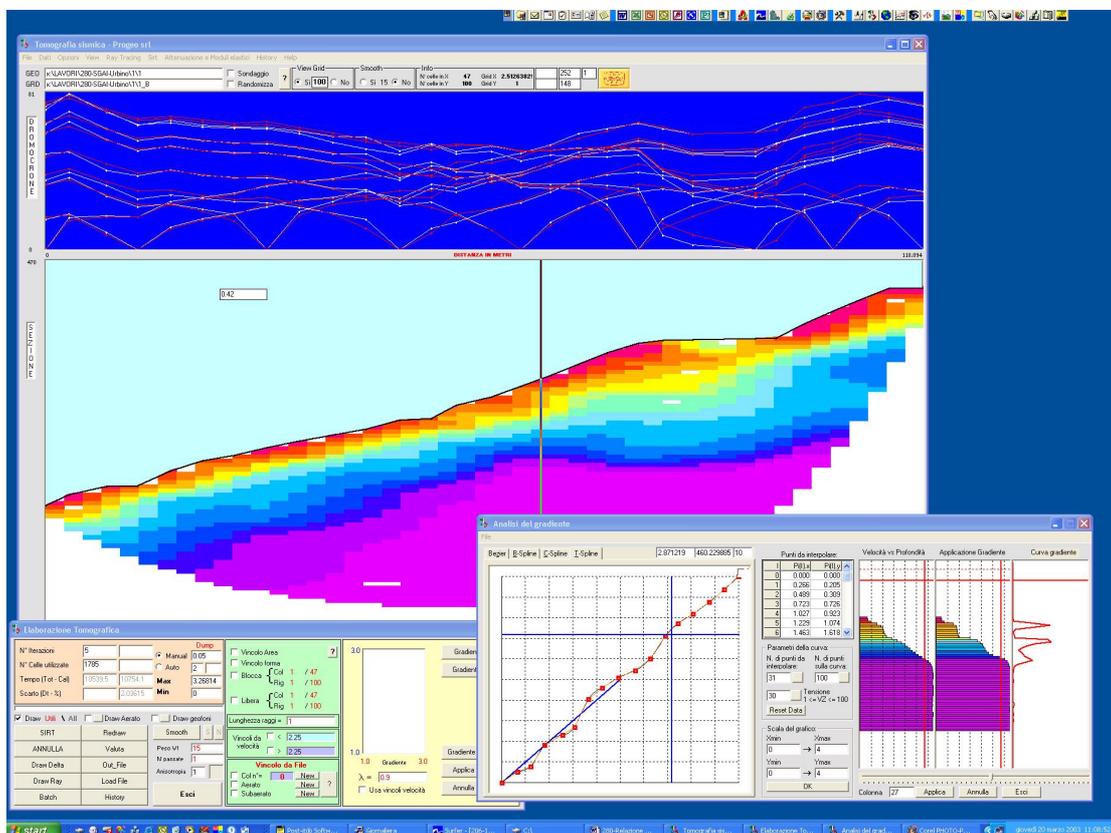
E' in questi luoghi, i quali non necessariamente coincidono per un'area ad un unico valore, ove la probabilità di individuare una interfaccia significativa è maggiormente elevata.

Per la determinazione ed individuazione quindi di tali orizzonti è stato applicato sui dati tomografici un algoritmo statistico il quale valuta la variazione del parametro tomografico (ad es. Velocità, Attenuazione) in termini di gradiente verticolaterale.

E' evidente che se i parametri geofisici non variano arealmente oppure variano di poco il gradiente è pressoché nullo o molto basso, laddove invece si presentano variazioni verticolaterali importanti il gradiente si presenta con i massimi valori.

E' in tali tratti quindi che è possibile localizzare passaggi significativi e suddividere il sottosuolo in "strati" di consistenza differenziata ed inoltre, nel caso in cui sia possibile una taratura mediante sondaggi geomeccanici, effettuare anche una correlazione litologica.

Di seguito viene presentata una immagine a monitor del software di elaborazione tomografica relativamente ad un momento della valutazione del gradiente.



Esempio di "Processing di Gradiente"

3.3. MODALITA' DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Terminata l'elaborazione dei dati effettuata tramite tecnica analitica tomografica nella quale cioè il sottosuolo della linea sismica viene suddiviso in minime celle analitiche per consentire un'elaborazione di dettaglio in termini di velocità particellari dell'intero ammasso si è proceduto alla realizzazione degli elaborati cartografici di rappresentazione delle risultanze dei parametri geosismici considerati.

Per quanto riguarda la rappresentazione tomografica questa è avvenuta con la ricostruzione del campo di velocità (per celle unitarie) dell'ammasso; il file di dati ottenuto per la linea sismica elaborata mediante tale procedura analitica è stato trasferito in un programma di contour (Surfer della Golden Software) e da qui, ottimizzati i dati per consentire le migliori facoltà di rappresentazione (definizione della scala della sezione e della suddivisione delle countour line e delle campiture di colore) è stato prodotto il plot finale.

La profondità d'indagine è funzione della lunghezza dello stendimento, di quella dei "tiri" di registrazione degli impulsi sismici e della velocità del materiale investigato dai raggi sismici. La geometria d'indagine dei raggi sismici mediante elaborazione tomografica consente infatti il raggiungimento di profondità massime al centro della sezione (la figura geometrica della sezione sismica è assimilabile a quella di un trapezio con la base maggiore in superficie) di circa 1/4-1/6 della lunghezza dell'allineamento in superficie considerando che questo sia stato interamente coperto da un estremo all'altro dal "tiro" sismico.

L'elaborazione tomografica è stata ottenuta utilizzando celle di analisi di larghezza coerente con la geometria d'indagine ed approssimativamente con larghezza pari alla metà della spaziatura ed altezza pari ad un quarto di questa.

I 2 elaborati cartografici (planimetria e sezioni sismiche) sono riportati in allegato nello stesso raccoglitore della presente relazione tecnica mentre le dromocrone (grafici tempi/distanze dei tempi letti dai sismogrammi di campagna) relative a ciascun punto di energizzazione sulle 5 linee sismiche a rifrazione sono riportate alle pagine precedenti.

Per quanto riguarda l'ubicazione dei 5 settori d'indagine si rimanda alla corografia generale della zona d'indagine in scala 1:10.000 dell'Allegato 1 nel quale sono altresì riportati gli stralci planimetrici in scala 1:1.000 di ciascun settore; le realizzazioni topografiche sono state riportate sulla cartografia digitale fornitaci.

Di ciascuno dei 5 allineamenti sismici a rifrazione si è realizzata una rappresentazione, in scala 1:500 mediante mappatura a campiture di colore ed a contour line della distribuzione areale della velocità delle onde di compressione (V_p in km/sec).

La scala graduata di intensità cromatica è unica per tutte le sezioni in modo da permettere una correlazione dei dati omogenea; le principali campiture di colore si riferiscono a materiali di copertura detritici di versante e/o alluvionali e/o a materiale lapideo superficiale estremamente alterato e disgregato (tonalità grigio-arancio-brune) e a materiale lapideo a consistenza crescente e minor fratturazione (tonalità varianti dal giallo al verde all'azzurro ed al blu).

Le 5 sezioni tomografiche sono presentate assieme nell'Allegato 2.

Al di sopra del profilo topografico è riportata la numerazione delle stazioni geofoniche dello stendimento di superficie per migliori riferimenti planimetrici.

Alla base della sezione è riportata invece la distanza in metri della proiezione sull'orizzontale della sezione stessa, misura non corrispondente, visto le acclività dei profili, alla distanza effettiva dello stendimento effettuata in campagna sul profilo topografico (con distanze intergeofoniche fisse ogni 10 m).

Per quanto riguarda i dati di progetto sono altresì riportati con tratto marcato in rosso in sezione tomografica (così come ricavati dal profilo di progetto fornitoci) i limiti indicativi dello scavo di galleria (per le sezioni 1, 2 e 4) nonché il piano stradale del tratto intermedio in viadotto (per la sezione 2) ed il piano stradale, con posizione indicativa della pila prevista in corrispondenza della linea sismica, di parte del tratto in viadotto sul Fiume Tronto (per la sezione 5).

Per la sezione 4 invece, considerato che le quote di scavo della galleria rimangono alcune decine di metri al di sotto della profondità massima investigata tomograficamente, non sono stati riportati i limiti di scavo ma viene indicata solo la quota prevista nel tratto corrispondente di allineamento sismico.

4. ANALISI DELLE RISULTANZE

4.1. SETTORE 1 (Favalanciata)

Nel settore più occidentale dell'area in esame è stata eseguita la linea sismica 1 per una lunghezza di 120 m in corrispondenza dell'incisione morfologica del Fosso Il Rigo posto immediatamente a valle (lato est) dell'abitato di Favalanciata.

Da indicazioni geologiche forniteci dalla Committenza per tutti i siti d'indagine allo scopo di definire anche su base stratigrafica le caratteristiche d'ammasso, risulta che in tale zona affiora, con locali discontinuità, la Formazione marnoso-arenacea della Laga.

Nel sito in esame, si rileva una modesta copertura detritico-alluvionale (da 1-2 fino ad un massimo di circa 7 m) localizzata nella prima metà di sezione dalla strada comunale per Favalanciata fino alla zona d'impluvio del Fosso il Rigo (stazioni geofoniche 1-7); si tratta di materiale da poco a debolmente addensato ($V_p < 1.5$ km/sec, tonalità grigio-arancio-bruno delle campiture di colore della rappresentazione tomografica).

Tale materiale detritico è localmente sostituito sul pendio opposto (lato est) da alcuni limitati (max 2-3 m di spessore) accumuli di depositi clastici di versante (stazioni 8-10 e 12-13) sempre debolmente costipati ($V_p < 1.5$ km/sec).

Il tetto del materiale lapideo marnoso-arenaceo si presenta dapprima in condizioni di media (V_p 1-5-2.5 km/sec, tonalità gialle) o medio-bassa fratturazione (V_p 2.5-4 km/sec, tonalità verdi) per spessori variabili a seconda dei due versanti; di potenza più sottile (da pochi metri fino a circa 10 m) sul lato ovest dell'impluvio, di spessore ben più maggiore (da 20 ad oltre 35 m) sul pendio orientale.

Procedendo in profondità l'ammasso lapideo da molto a mediamente fratturato viene rapidamente sostituito (come dimostra l'incremento repentino del gradiente di velocità con isolinee molto ravvicinate) con un materiale più compatto (V_p 4-6 km/sec, tonalità azzurro-blu); da notare che in corrispondenza dell'impluvio stesso la profondità di tale lapideo molto consistente è di appena pochi metri dal p.c., in pratica quasi subito al di sotto della copertura (in tale settore si è manifestato cioè un effetto che possiamo chiamare di parziale decompressione del materiale nelle porzioni più elevate della sezione con erosione concentrata di questo nella zona d'impluvio morfologicamente più depresso).

Il fatto poi di rilevare in profondità, verso cioè le massime quote indagate dalla prospezione sismica tomografica (20-40 m dal p.c.), valori cinematici piuttosto elevati può essere messo in relazione con la possibile presenza, entro questa formazione rocciosa prevalentemente marnoso-arenacea, anche di locali livelli o spesse bancate più competenti (es. calcarenitici) intercalati nella stratificazione tra fasce di materiali a minore consistenza (più marnosi od arenacei) facenti parte comunque della stessa serie flyschoidale.

Da rilevare inoltre che, pur nella ridotta area d'indagine, non risulta evidente la presenza, come in altri settori analizzati (vedasi oltre), di fenomeni dislocativi in quanto l'andamento delle isolinee di velocità è regolare, omogeneo e sostanzialmente suborizzontale.

Per quanto riguarda infine la galleria in progetto, le quote previste di scavo (dal profilo fornitoci dalla Committenza) in questo tratto a più bassa copertura d'ammasso, sono nell'intorno di 448-458 m s.l.m. circa (rispettivamente per piano stradale e calotta) e quindi circa una trentina di metri dal p.c..

Pur non raggiungendo, per poco, le quote stradali previste (vista la breve lunghezza dello stendimento e l'acclività dello stesso) si può comunque affermare che in tale limitato settore d'indagine il materiale di scavo sarà prevedibilmente compatto o poco fratturato soprattutto considerando la possibile presenza di livelli o spesse bancate a competenza molto elevata intercalate, in zona, nella serie stratigrafica.

4.2. SETTORE 2 (Novele)

Nel settore successivo verso est è stata eseguita la linea sismica 2 per una lunghezza di 150 m in corrispondenza dell'incisione morfologica del Rio di Novele posto immediatamente a valle (lato ovest) dell'abitato omonimo.

Sulla base delle indicazioni geologiche forniteci, anche in tale zona risulta che affiora, sempre in maniera localmente discontinua, la Formazione marnoso-arenacea della Laga.

Nel tratto investigato, si rileva a livello subsuperficiale materiale da poco a debolmente addensato ($V_p < 1.5$ km/sec, tonalità grigio-arancio-bruno delle campiture di colore della rappresentazione tomografica) costituito sia da una modesta copertura detritico-alluvionale (2-5 m) localizzata nella zona d'impluvio del Rio di Novele (stazioni geofoniche 6-10), sia da detrito di versante concentrato in alcuni limitati (max 3-5 m di spessore) accumuli su entrambi i pendii orografici (stazioni 1-3, 11-14 e 15-16) sempre debolmente costipati ($V_p < 1.5$ km/sec).

Come nel precedente settore d'indagine, il tetto del materiale lapideo marnoso-arenaceo si presenta dapprima in condizioni di media (V_p 1-5-2.5 km/sec, tonalità gialle) o medio-bassa fratturazione (V_p 2.5-4 km/sec, tonalità verdi) per spessori variabili sui 10-30 m.

Da notare che in questa zona nel versante orografico destro (stazioni geofoniche 3-6) a livello superficiale (praticamente affiorante) si rileva una bancata (spessa anche 10-15 m) di lapideo mediamente consistente (V_p 2.5-3.5 km/sec) intercalata nella serie stratigrafica tra livelli a relativa minor competenza (V_p 2-3 km/sec) il quale mostra una tendenza ad immergersi stratigraficamente verso inizio sezione con inclinazione di pochi gradi (vedasi trend delle isolinee di velocità).

Anche in questo secondo settore d'indagine, procedendo in profondità l'ammasso lapideo appartenente alla Formazione della Laga se dapprima risultava da molto a mediamente fratturato successivamente viene rapidamente sostituito (come dimostra l'incremento repentino del gradiente di velocità con isolinee molto ravvicinate) da un materiale roccioso più compatto (V_p 4-5 km/sec, tonalità azzurro-blu).

Pure in questa zona come nella precedente, in corrispondenza dell'impluvio stesso la profondità di tale lapideo molto consistente è di 5-10 m dal p.c., cioè quasi subito al di sotto della copertura; si può quindi parlare anche qui di effetto di relativa decompressione

del materiale nelle porzioni più elevate della sezione con erosione selettiva nella zona dell'impiuvio morfologicamente più depresso).

Per quanto riguarda la porzione d'ammasso più profonda localizzata nella parte centrale di sezione sismica e che presenta maggiori valori cinematici si evidenzia una relativa diminuzione di velocità verso le estreme profondità indagate tomograficamente (incremento e poi diminuzione dei valori di V_p da 4-4.5 km/sec a 5 km/sec poi di nuovo a 4.5 km/sec).

Tale risultanza può essere messa in relazione con la possibile presenza di una spessa intercalazione (nell'intorno dei 10 m di potenza) di materiali più competenti e/o parzialmente diversi entro questa formazione rocciosa prevalentemente marnoso-arenacea (es. calcarenitici); livello quest'ultimo che segue in profondità quello mediamente consistente evidenziato in precedenza in affioramento sul versante tra le stazioni 4 e 5.

Si rilevano quindi lungo la sezione in esame almeno due spesse di intercalazioni di materiali più compatti entro la stratificazione d'ammasso tra fasce di materiali a minore consistenza (più marnosi od arenacei) facenti parte comunque della stessa serie flyschoidi; da notare inoltre anche l'andamento delle isolinee di velocità sostanzialmente concordi alla pendenza degli strati che in questi settore risulta di pochi gradi verso est (inizio sezione sismica).

Dal pattern sostanzialmente suborizzontale e globalmente omogeneo e regolare, pur con le fasce a competenza differenziata appena descritte, anche per questo settore si può affermare che, pur nella ridotta area d'indagine, non risulta evidente la presenza, come in altri settori analizzati (vedasi oltre), di fenomeni dislocativi.

Per quanto riguarda infine la galleria in progetto, in tale settore risulta una finestra di una quarantina di metri di larghezza; infatti, le quote previste di scavo del piano stradale (dal profilo fornitoci dalla Committenza) intersecano il profilo topografico a quota 439 m circa.

Dal profilo di scavo (in rosso) riportato sulla sezione tomografica risulta che il tunnel previsto dal lato di inizio sezione sismica interesserà la spessa bancata relativamente più competente (o mediamente meno fratturata) con valori cinematici subito mediamente elevati (V_p 2.5-3.5 km/sec, relativamente meno a livello della calotta, V_p 2-3 km/sec) anche se è prevedibile che, considerando l'inclinazione degli strati e le quote di galleria, l'orizzonte più competente tenda a scomparire a livello del tunnel già poco oltre l'inizio della sezione sismica.

Dall'altro versante (lato est) lo scavo di galleria interesserà invece dapprima un modesto spessore di qualche metro di detrito di versante (che sarebbe peraltro facilmente eliminato in fase esecutiva senza intaccare troppo il versante stesso); seguirà poi il materiale lapideo non troppo consistente (V_p 1.5-2.5 km/sec) almeno per il tratto indagato di una trentina di metri all'interno del pendio.

Infine, per il tratto centrale in viadotto, dovrà essere rimosso il modesto spessore (qualche metro) di depositi detritico-alluvionali per poter appoggiare le fondazioni sul materiale lapideo; quest'ultimo, si presenta al tetto piuttosto fratturato per qualche metro di spessore (V_p 1.5-2.5 km/sec), ma successivamente acquista con rapidità competenza

molto probabilmente per la presenza di un orizzonte più compatto (V_p 4-5 km/sec) di almeno una decina di metri di spessore.

4.3. SETTORE 3 (Morrice)

Nel settore successivo verso est è stata realizzata la linea sismica 3 per una lunghezza di 400 m in corrispondenza del tratto di strada comunale che conduce alla località Morrice e nella quale è presente una ulteriore incisione morfologica posta immediatamente a valle (sud) della località suddetta.

Sulla base delle indicazioni geologiche forniteci, dal punto di vista geologico-stratigrafico anche in tale zona affiora, in maniera localmente discontinua, la porzione basale della Formazione marnoso-arenacea della Laga che qui sovrasta stratigraficamente le sottostanti Marne a Pteropodi (non visibili in affioramento, almeno in tale settore).

Da un punto di vista più strettamente sismostratigrafico, l'importanza del riconoscimento della serie formazionale non è strettamente necessaria in quanto i dati rilevati tomograficamente non consentono, se non previa taratura con prove dirette, di discriminare il passaggio tra l'una e l'altra formazione solo sulla base dei valori cinematici i quali, peraltro, in questo settore che è il più esteso tra quelli investigati e quindi il profondo come quote investigative, non sembrano disporsi in maniera così omogenea e regolare come nelle due precedenti zone analizzate.

Passando comunque con ordine alla descrizione delle caratteristiche emerse dal rilievo sismico a rifrazione e procedendo quindi dalla superficie topografica verso l'interno dell'ammasso roccioso, si rileva, a livello subsuperficiale, la presenza di alcuni accumuli di materiale da poco a debolmente addensato ($V_p < 1.5$ km/sec, tonalità grigio-arancio-bruno delle campiture di colore della rappresentazione tomografica) costituito sia da una modesta copertura detritico-alluvionale (max 5 m) localizzata nella zona di maggiore depressione morfologica del tratto indagato (stazioni geofoniche 10-12), sia da detrito di versante concentrato in alcuni modesti accumuli su entrambi i pendii orografici (stazioni 7-8, 15-16, 19-21, 23-26) ma soprattutto verso il termine della sezione sismica (stazioni 29-37, fino a circa 10 m di spessore) dove il materiale potrebbe essere prevalentemente clastico (terrazzo morfologico) anche se non si può escludere la presenza basale di un cappellaccio lapideo profondamente alterato e disgregato.

Il materiale lapideo marnoso-arenaceo è caratterizzato sia da condizioni di medio-alta fratturazione (V_p 1-5-2.5 km/sec, tonalità gialle), sia di fratturazione meno accentuata (V_p 2.5-4 km/sec, tonalità verdi) oltrechè da consistenza maggiore (V_p 4-5.5 km/sec, tonalità azzurro-blu); la distribuzione di queste fasce a competenza differente non risulta comunque omogenea ma sembra apparire condizionata soprattutto da motivi di carattere strutturale e tettonico.

Infatti, pur individuando localmente (stazioni geofoniche 7-17) un trend delle isolinee di velocità ad immersione relativa verso inizio sezione (ovest) in accordo con le risultanze stratigrafiche dell'ammasso (fin qui a disposizione tipicamente monoclinale debolmente immergentesi verso ovest) appaiono ben presenti forti anomalie cinematiche che generano marcate inflessioni e concavità delle isolinee di velocità e che stanno a

rappresentare luoghi ove si rileva un parziale decadimento delle caratteristiche di competenza del materiale rispetto a settori litologicamente analoghi adiacenti.

Tali risultanze possono quindi essere messe in relazione con la presenza di ampi settori di discontinuità e dislocazione tettonica accompagnati talora da una settori cataclastici dove il materiale lapideo risulta proporzionalmente a competenza più ridotta (anche di un 20-30 %).

Si rilevano quindi lungo la sezione in esame almeno due estesi settori che possono coincidere con lineazioni strutturali profonde dell'ammasso; una dove inizia ad incrementare il pendio (stazioni 16-19) ma la cui area di parziale degrado si estende, e di molto, anche verso quote più elevate del versante fino almeno alla stazione 27 (è marcata da una profonda ed estesa inflessione delle isolinee di velocità soprattutto di quelle di V_p da 3 a 4 km/sec) e l'altra in corrispondenza della parte terminale di sezione (stazioni 32-38), questa anche più profonda (oltre 100 m fino alle maggiori profondità indagate) e anch'essa caratterizzata da forti inflessioni delle isolinee specie quelle tra 3 e 4 km/sec.

Per quanto riguarda infine la galleria in progetto, in tale settore le quote di scavo del piano stradale sono comprese tra 425 e 430 m s.l.m. circa per cui profonde qualche decina di metri oltre le massime quote (fino a 495 m s.l.m.) investigate tomograficamente mediante la lunghezza dello stendimento previsto (400 m).

Su tale sezione non è stato riportato quindi il previsto profilo di scavo anche se è possibile fare comunque alcune considerazioni di massima riguardo alle risultanze ottenute ed in funzione della esecuzione del tunnel e cioè che, considerata la notevole estensione e profondità dei settori di fagliazione rilevati (specialmente per quello verso il termine della sezione sismica), è molto probabile che tali discontinuità tettoniche si ritrovino (associate a settori cataclastici più o meno ampi) anche fin verso le quote previste di galleria dove peraltro l'ammasso lapideo non cataclastizzato sembrerebbe presentare mediamente una buona consistenza (valori di V_p prevedibili fino a 4-5 km/sec).

4.4. SETTORE 4 (S.Vito)

Nel settore successivo verso est è stata eseguita la linea sismica 4 per una lunghezza di 110 m in corrispondenza dell'incisione morfologica del Rio di S.Vito posto immediatamente a valle (lato est) dell'abitato omonimo.

Sulla base delle indicazioni geologiche forniteci, risulta che in tale settore sia presente, nella struttura blandamente monoclinica immergente verso ovest sino qui rilevabile, la porzione immediatamente sottostante alla Formazione della Laga (stratigraficamente più in alto nella serie locale) e alle Marne a Pteropodi (livello più sottile alla base della Formazione della Laga) rappresentata dalle Marne con Cerrognana.

Nel breve tratto di impluvio investigato, non si rileva comunque in affioramento il litotipo marnoso (anche perché soggetto a più intensa erosione selettiva in prossimità di incisioni morfologiche come quella in esame), ma a livello subsuperficiale è presente, su tutto il breve tratto analizzato, una coltre (da 5 a 10 m circa di spessore) a medio-bassa velocità costituita da materiale detritico-alluvionale poco o debolmente addensato ($V_p < 1.5$

km/sec, tonalità grigio-arancio-bruno delle campiture di colore della rappresentazione tomografica).

Il sottostante tetto del materiale lapideo marnoso si presenta dapprima in condizioni di medio-alta (V_p 1-5-2.5 km/sec, tonalità gialle) alterazione e fratturazione per almeno una decina di metri circa; il litotipo alterato e fratturato è poi rapidamente sostituito in profondità (vedasi incremento repentino del gradiente cinematico –isolinee di velocità molto ravvicinate-) da un materiale analogo e sempre più consistente (V_p 2.5-6 km/sec, mediamente sui 4 km/sec, tonalità variabili da verde ad azzurro-blu delle campiture di colore della rappresentazione tomografica) fino alle massime profondità investigate dell'ordine dei 25-30 m dal p.c..

Da notare, comunque, che a livello dell'impluvio della parte centrale della sezione sismica (stazioni geofoniche 6-7) si rileva una evidente e marcata inflessione delle isolinee di velocità a partire da V_p 3 km/sec; ciò sta ad indicare la presenza (non così evidente invece nel tetto lapideo alterato subsuperficiale) di una discontinuità tettonica arealmente limitata seppur molto netta ed incisiva che interrompe la continuità suborizzontale delle isolinee cinematiche (assimilabile all'andamento pressochè analogo della stratificazione lapidea).

Per quanto riguarda il progetto di galleria, in tale settore risulta una copertura d'ammasso alquanto limitata (meno di 10 m nella zona morfologicamente più incisa).

Essendo quindi il piano stradale previsto nell'intorno delle quote 406-408 m s.l.m. la porzione di calotta del tunnel tenderà ad interessare la base della copertura detritico-alluvionale poco addensata, ma anche tutta la restante parte dello scavo interesserà comunque la porzione di tetto più alterata e fratturata del lapideo marnoso (V_p media nell'intorno di 2-2.5 km/sec) e solo a livello del piano stradale la consistenza del bedrock tenderà ad aumentare (V_p 3 km/sec) anche se si dovrà tener presente l'intersezione con la discontinuità per faglia rilevabile in corrispondenza della zona d'impluvio ed il relativo decadimento locale dei parametri di consistenza.

4.5. SETTORE 5 (Acquasanta Terme)

Nell'ultimo settore è stata realizzata la linea sismica 5 per una lunghezza di 110 m in corrispondenza del tratto di variante in viadotto per l'attraversamento del Fiume Tronto (lato orografico destro) immediatamente prima dell'imbocco di galleria lato Acquasanta Terme.

E' stato perciò analizzato, dal punto di vista sismico tomografico, parte del versante orografico destro del Fiume Tronto immediatamente a valle della strada statale attuale tra questa e l'alveo fluviale ove è prevista la realizzazione di una pila del viadotto.

In quest'ultimo settore di analisi geognostica, le notizie geologiche forniteci, indicano una inversione nell'immersione degli strati (verso est) per la presenza di un asse anticlinalico (posizionato all'incirca sul lato orografico sinistro del Tronto, tra i settori di analisi sismica 4 e 5) che "chiude" la struttura blandamente monoclinale immergente verso ovest fin qui rilevata; in tale settore è poi presente la parte stratigraficamente più bassa della serie geologica locale rappresentata dalle Marne con Cerrognana e dal sottostante Bisciario (marne calcaree) e che termina con la Scaglia Cinerea (calcari

marnosi), il tutto più o meno parzialmente coperto da travertini (di origine termale) e terrazzi alluvionali.

Nel breve tratto di versante indagato, non si evidenzia comunque in affioramento alcun litotipo suddetto, ma a livello subsuperficiale è presente, su tutto il pendio, una coltre (da pochi metri verso la sommità del versante a 5-9 m circa di spessore verso l'alveo) a medio-bassa velocità costituita da materiale detritico-alluvionale poco o debolmente addensato ($V_p < 1.5$ km/sec, tonalità grigio-arancio-bruno delle campiture di colore della rappresentazione tomografica).

Il sottostante tetto del materiale lapideo, dove cioè si rileva un incremento nel gradiente di velocità, si presenta dapprima in condizioni di medio-alta (V_p 1-5-2.5 km/sec, tonalità gialle) alterazione e fratturazione per una fascia di almeno una decina di metri circa e viene poi sostituito in profondità più o meno gradualmente da un materiale roccioso maggiormente consistente (V_p 2.5-4.5 km/sec, tonalità verde-azzurro) fino alle massime profondità investigate dell'ordine dei 25-35 m dal p.c..

Piuttosto, si può notare come il pattern delle isolinee di velocità tenda ad assumere un andamento particolare specialmente nel tratto centrale di sezione sismica; più che attribuire il pattern alla presenza di discontinuità tettoniche come nei precedenti settori 3 e 4 (vista anche la non marcata inflessione delle isolinee stesse) sembrerebbe trattarsi maggiormente della presenza (come nel precedente settore 2) di un livello od orizzonte a competenza differenziata (in questo caso minore dei livelli sopra e sotto) che tende ad immergersi verso la parte alta del pendio (disposizione a reggipoggio in accordo con i dati geologici locali).

Tale livello intermedio, della potenza di almeno una ventina di metri, si presenta mediamente più fratturato, seppur di poco, rispetto ai livelli che lo contengono (V_p nell'intorno dei 3 km/sec rispetto ai valori leggermente più elevati, V_p 3.5-4 km/sec degli orizzonti geologici sopra e sotto); potrebbe trattarsi di un tratto dell'orizzonte delle Marne con Cerrognna sovrapposte alla Formazione più compatta del Bisciario, mentre il livello altrettanto competente sovrastante l'orizzonte marnoso (in prossimità della parte alta del versante, stazioni 9-12) potrebbe non appartenere alla serie stratigrafica locale ma rappresentare un nucleo a maggior cementazione della copertura travertinoso presente in zona.

Per quanto riguarda il progetto di variante stradale, le fondazioni della pila del viadotto sul Fiume Tronto da realizzarsi in questo settore, risulterebbero come ubicazione, in mancanza di dati progettuali più certi non forniti, indicativamente nel tratto centrale della sezione sismica (all'incirca in prossimità della stazione 7) anche se l'allineamento è stato leggermente scostato dall'asse del tracciato per problemi di accessibilità.

In ogni caso, è qui presente una copertura d'ammasso piuttosto limitata (nell'intorno dei 5 m di spessore di detrito di versante debolmente addensato) che naturalmente lo scavo di fondazione dovrà bypassare per potersi innestare entro il substrato lapideo marnoso; quest'ultimo, tuttavia, si presenta al tetto per almeno una decina di metri in condizioni di discreta alterazione e fratturazione (V_p media nell'intorno di 2-2.5 km/sec) e solo più in profondità (oltre 10-20 m dal p.c.) la consistenza del bedrock tende mediamente ad aumentare ($V_p > 3$ km/sec).

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Mediante l'elaborazione tomografica e l'analisi del gradiente tomografico è stato possibile estrapolare i dati relativi alle 5 sezioni sismiche realizzate in zona in altrettanti settori d'indagine di aree morfologicamente depresse in prossimità di impluvi secondari affluenti del corso principale del Fiume Tronto (settori 1-4) od in prossimità dello stesso (settore 5), tutte disposte longitudinalmente al previsto di tracciato di variante stradale ed in corrispondenza dell'asse o nelle immediate vicinanze di questo, e definire le caratteristiche elastiche dei terreni in esame.

In generale, sulle sezioni sismiche effettuate, la distribuzione delle isolinee di velocità delle onde elastiche di compressione (V_p in km/sec) è variabile da circa 0.3 a, localmente, 6 km/sec, e le campiture di colore della rappresentazione tomografica (utili per meglio differenziare le varie fasce a diversa consistenza dell'ammasso) sono state definite sulla base di tonalità varianti, procedendo dal p.c., dal grigio-arancio-bruno per la porzione di materiale più superficiale (locale copertura detritico-alluvionale e/o lapideo estremamente alterato-fratturato-disgregato) al giallo-verde-azzurro-blu per la formazione lapidea sottostante con caratteristiche di consistenza crescenti.

Questo "contatto principale" detrito-lapideo si evidenzia in tutti i settori analizzati soprattutto dall'analisi del gradiente in velocità; delle isolinee di velocità, quelle che risultano più importanti dall'analisi del gradiente stesso (dove cioè il parametro sismico tomografico subisce significativi incrementi in brevi tratti) sono quelle comprese nell'intervallo di V_p 1.35-1.5 km/sec.

E' quindi possibile localizzare, a livello subsuperficiale, "passaggi" stratigrafico-morfologici che in questo caso corrispondono all'interfaccia tra la locale fascia di copertura detritico-alluvionale, che talora può essere associata al "cappellaccio" roccioso a contatto col profilo topografico fortemente alterato e disgregato, ed il sottostante substrato lapideo prevalentemente marnoso-arenaceo compatto o a minor fratturazione.

Il sottostante tetto del materiale lapideo (prevalentemente marnoso-arenaceo) si presenta generalmente dapprima in condizioni di medio-alta (V_p 1-5-2.5 km/sec, tonalità gialle delle campiture di colore delle rappresentazioni tomografiche) alterazione e fratturazione per spessori variabili da zona a zona ma sempre comunque di almeno una decina di metri circa.

Il litotipo alterato e fratturato è poi sostituito in profondità più o meno rapidamente (in funzione dell'incremento più o meno repentino del gradiente cinematico –corrispondente ad isolinee di velocità delle onde di compressione più o meno ravvicinate-) da un materiale analogo e sempre più consistente (V_p 2.5-6 km/sec, mediamente sui 4 km/sec, tonalità variabili da verde ad azzurro-blu) fino alle massime profondità investigate dell'ordine, in funzione della lunghezza dello stendimento di superficie, dei 25-30 m fino a 100 m circa dal p.c..

Sono stati altresì evidenziati, nella generale omogeneità d'ammasso a medio-grande scala anche alcuni livelli a competenza differenziata corrispondenti a locali intercalazioni di bancate più o meno spesse nella serie stratigrafica (particolarmente evidenti nei settore di analisi 2 –inizio sezione sismica- e 5 -tratto intermedio sezione sismica-) e che si dispongono, indicativamente, in modo analogo all'immersione principale della

stratificazione, livelli che localmente possono essere anche molto competenti (settore 1, tratto centrale di sezione sismica verso le massime profondità rilevate).

Dal punto di vista strutturale sono state evidenziate anche lineazioni e discontinuità tettoniche attribuibili a zone di faglia, accompagnate talora da estese fasce cataclastiche (marcata inflessione delle isolinee di velocità con decadimento anche del 20-30% dei parametri cinematici e quindi di consistenza rispetto a settori adiacenti della sezione sismica) particolarmente rilevabili nei settori 3 (molto marcata e profonda verso il termine della sezione sismica, netta, ma apparentemente meno estesa in profondità, nel tratto centrale della sezione stessa) e 4 (a metà sezione sismica nella zona d'impluvio, con settore cataclastico limitato arealmente ma molto evidente in quanto interrompe la continuità suborizzontale delle isolinee cinematiche).

Per le risultanze specifiche di ogni settore si rimanda comunque alla descrizione dettagliata effettuata alle pagine precedenti dove ciascuna zona d'indagine sismica è stata analizzata dal punto di vista geofisico anche in funzione dell'opera d'arte da realizzare (le cui tipologie –galleria o viadotto- e le relative quote di progetto ricavate dagli elaborati forniti sono state riportate, indicativamente, sulle stesse sezioni tomografiche).

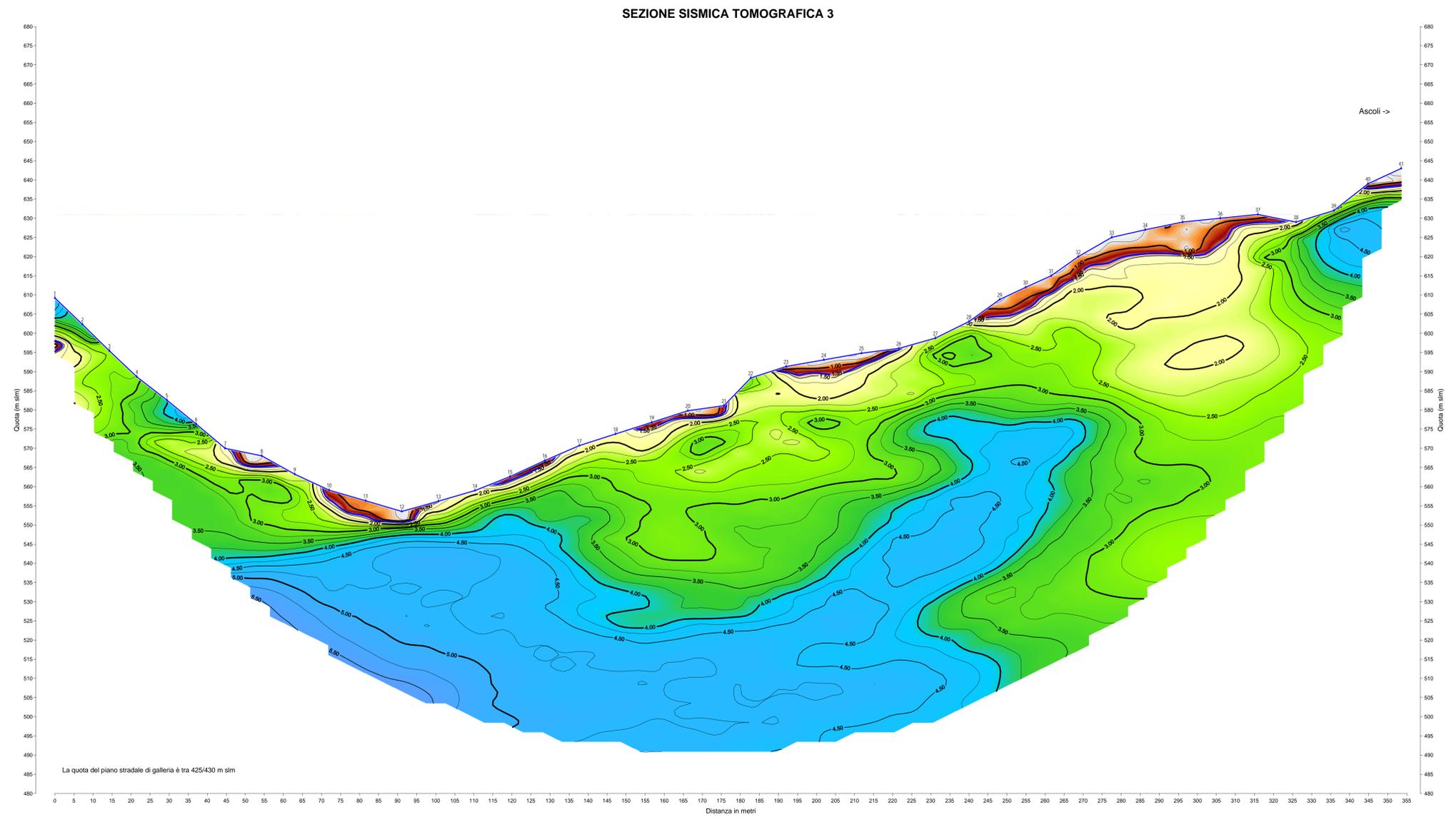
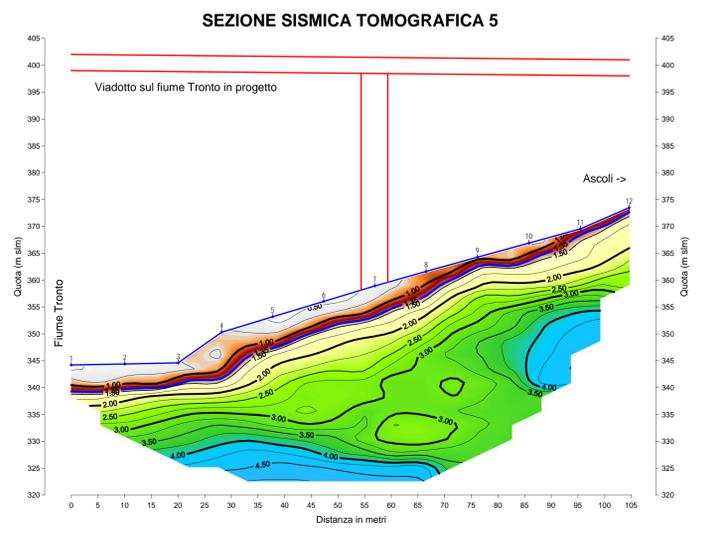
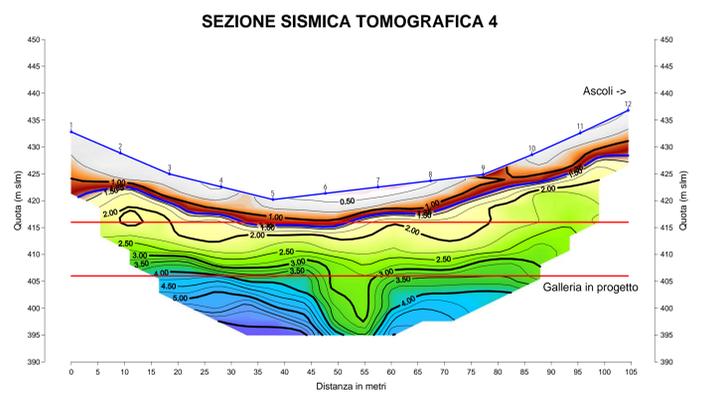
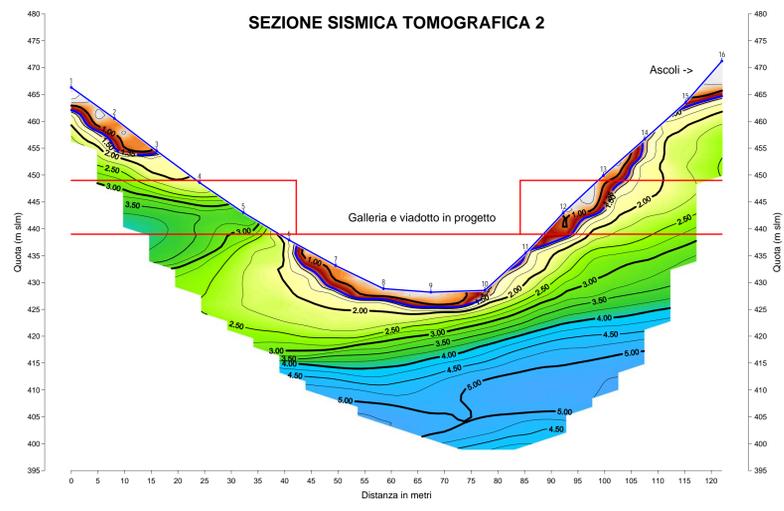
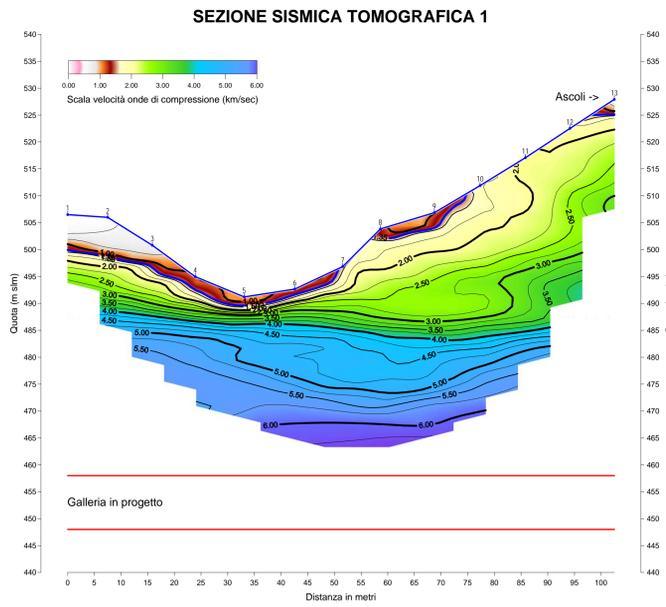
PROGEO

Dott. Gabriele Pulelli

hanno collaborato:

Dott. Maurizio Furani

Dott. Giuseppe Galassi



ANAS s.p.a.
Compartimento della viabilità per le Marche

ANCONA

Committente: Progettazione A.T.I.

S.S.4 "SALARIA"
ADEGUAMENTO DEL TRATTO TRISUNGO-ACQUASANTA TERME
TRATTO GALLERIA VALGARIZIA-ACQUASANTA TERME
LOTTO 2° DAL KM 155+400 AL KM 159+000

PROGETTO DEFINITIVO

**INDAGINI GEOSISMICHE TOMOGRAFICHE
SU TRATTI DEL TRACCIATO**

**SEZIONI SISMICHE
TOMOGRAFICHE**

Allegato N.2
scala 1:500

PROGETTAZIONE A.T.I.

MANDATARIA
spea **ingegneria europea**
Via Cavour 10, 00187 Roma
Tel. 06/47811111
Fax 06/47811112

IL DIRETTORE TECNICO:
Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N.16492

IL CAPO PROGETTO:
Arch. Mario Canato Ord. Arch. Venezia N.1294

MANDATARIA
S.A.G.I.
Via Cavour 10, 00187 Roma
Tel. 06/47811111
Fax 06/47811112

MANDATARIA
G.I.G.A.
Via Cavour 10, 00187 Roma
Tel. 06/47811111
Fax 06/47811112

MANDATARIA
CONSULTEC s.a.s.
Via Cavour 10, 00187 Roma
Tel. 06/47811111
Fax 06/47811112

RIFERIMENTO ELABORATO		REVISIONI	
codice	data	n.	data
9.1	15003501	GLG11105	-

ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI: DOTT. Primo Falconi O. G. Marche N. 114	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI: DOTT. Vittorio Biorio O. G. Lombardia N. 794	RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA: Ing. Adolfo Marinangeli Ord. Ingg. Ascoli Piceno N.720
--	---	---

PER L'UFFICIO PROGETTI ANAS S.p.A.
Visto: IL GEOMETRA
Geom. Walter DE FELICI

PER L'UFFICIO PROGETTI ANAS S.p.A.
Visto: IL RESPONSABILE DELL'UFFICIO PROGETTI
Dott. Ing. Massimo GIOVINAZZO

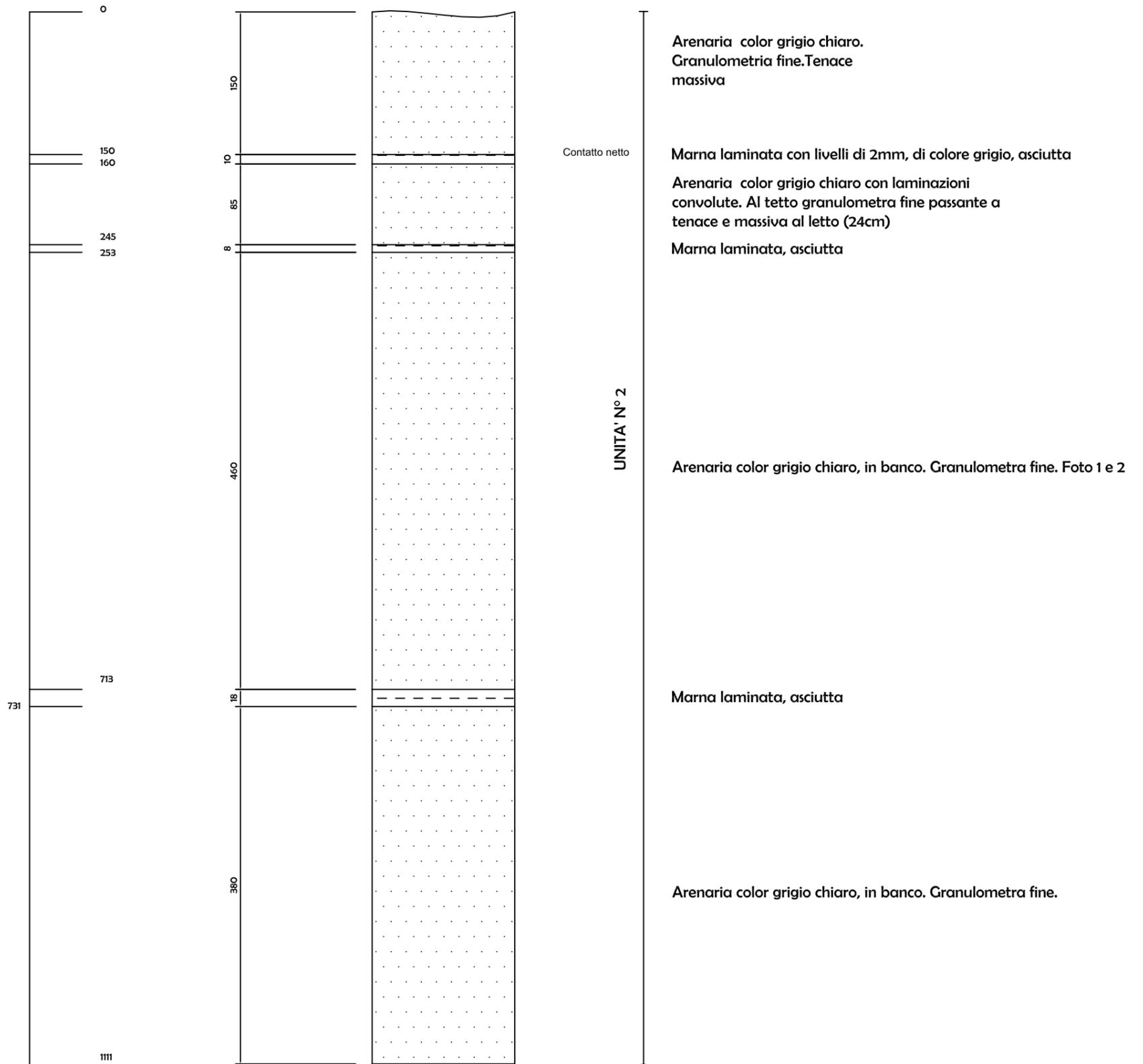
PER L'UFFICIO PROGETTI ANAS S.p.A.
Visto: IL GEOLOGO COMPARTIM. LE
Dott. Francesco MATALONI

IL PRESENTE DOCUMENTO NON HA VALORE CONTRATTUALE E NON HA EFFETTI DI LEGGE. IL PRESENTE DOCUMENTO NON HA VALORE CONTRATTUALE E NON HA EFFETTI DI LEGGE. IL PRESENTE DOCUMENTO NON HA VALORE CONTRATTUALE E NON HA EFFETTI DI LEGGE.

3 SERIE STRATIGRAFICHE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA) (DA PROGETTO DEFINITIVO 2005)

SERIE STRATIGRAFICA N°1 (misure in centimetri)

U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA

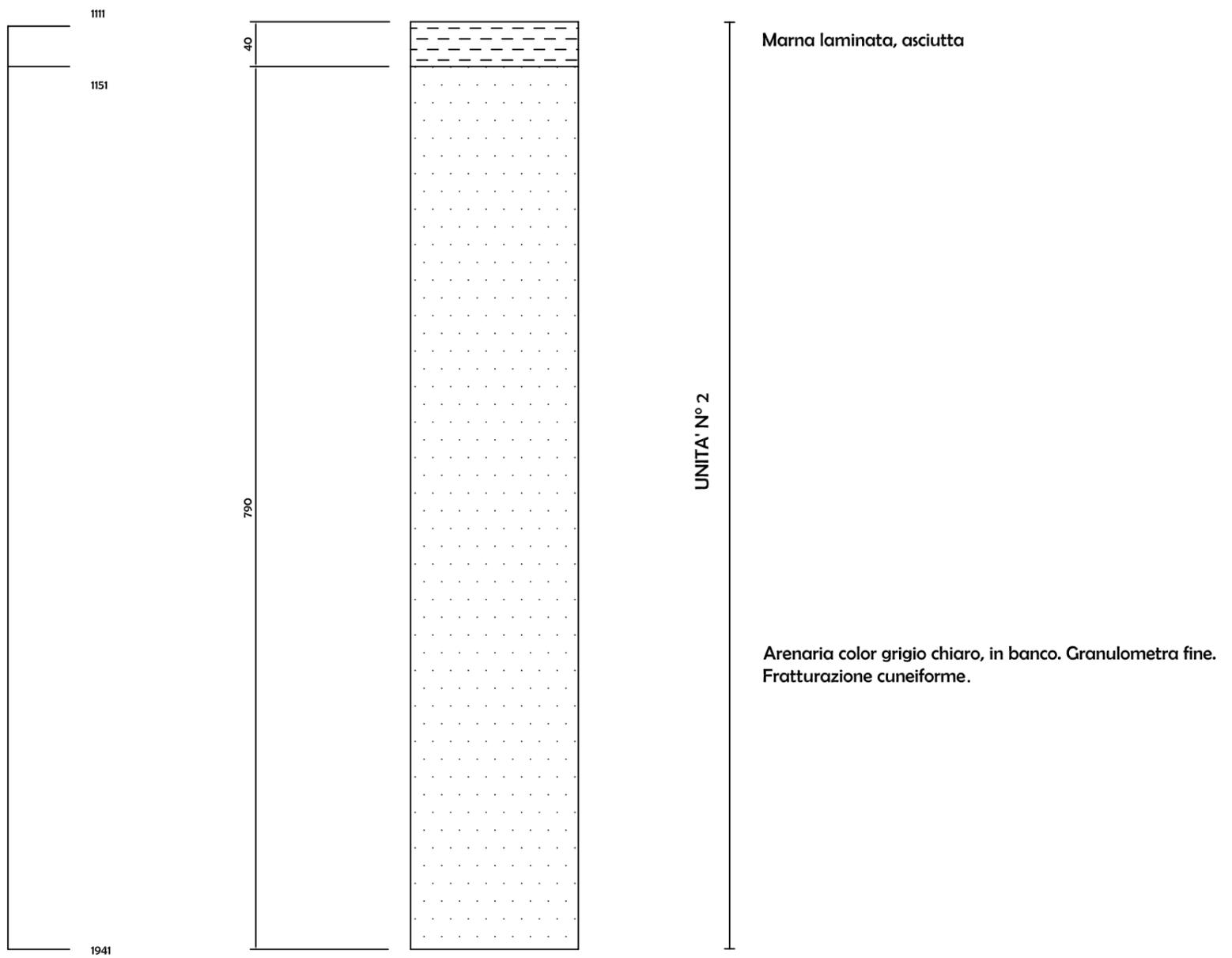
11.50

92%

8%

SERIE STRATIGRAFICA N°1 (misure in centimetri)

U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA



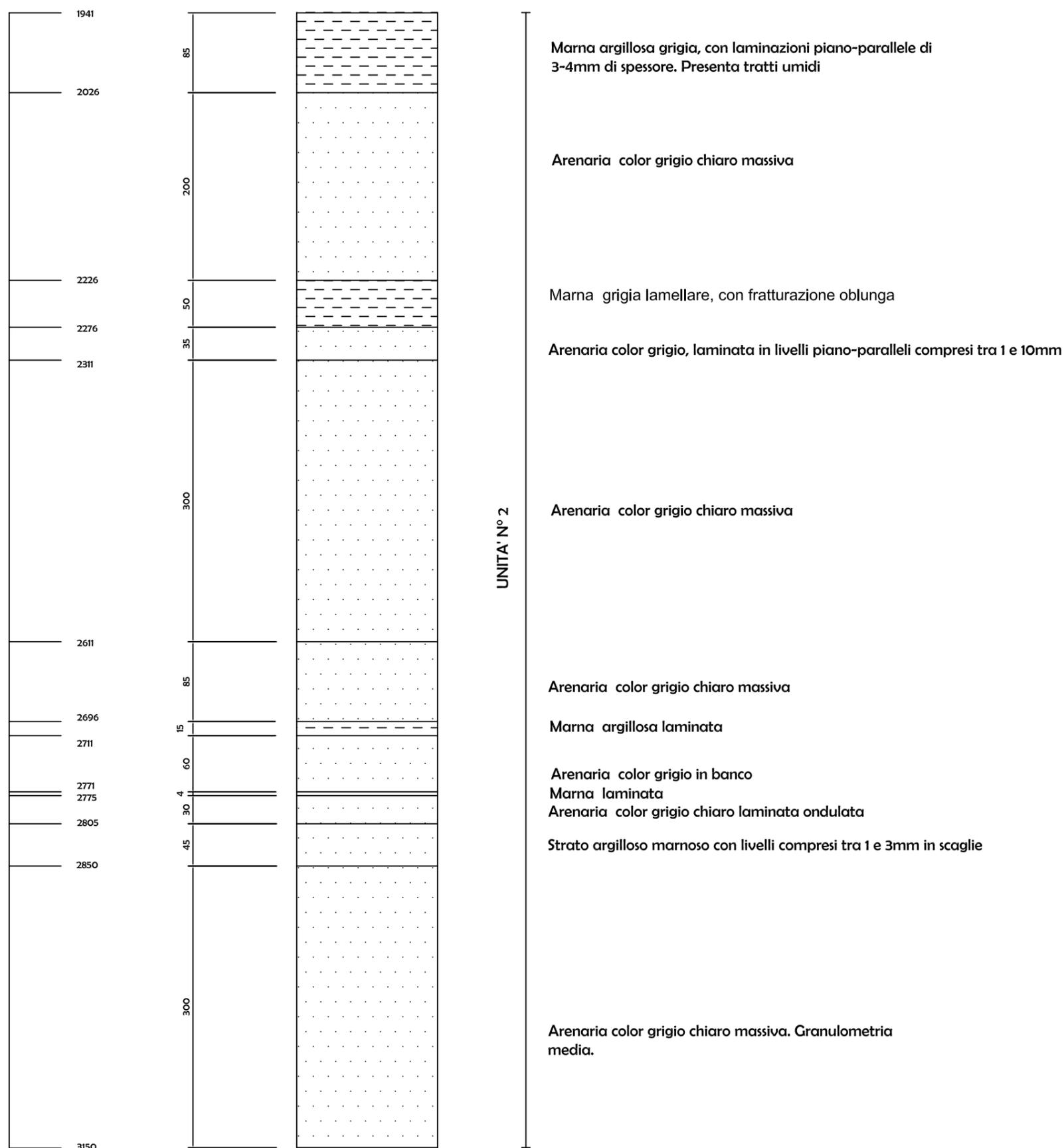
11.50

92%

8%

SERIE STRATIGRAFICA N°1 (misure in centimetri)

U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

11.50

ARENARIA

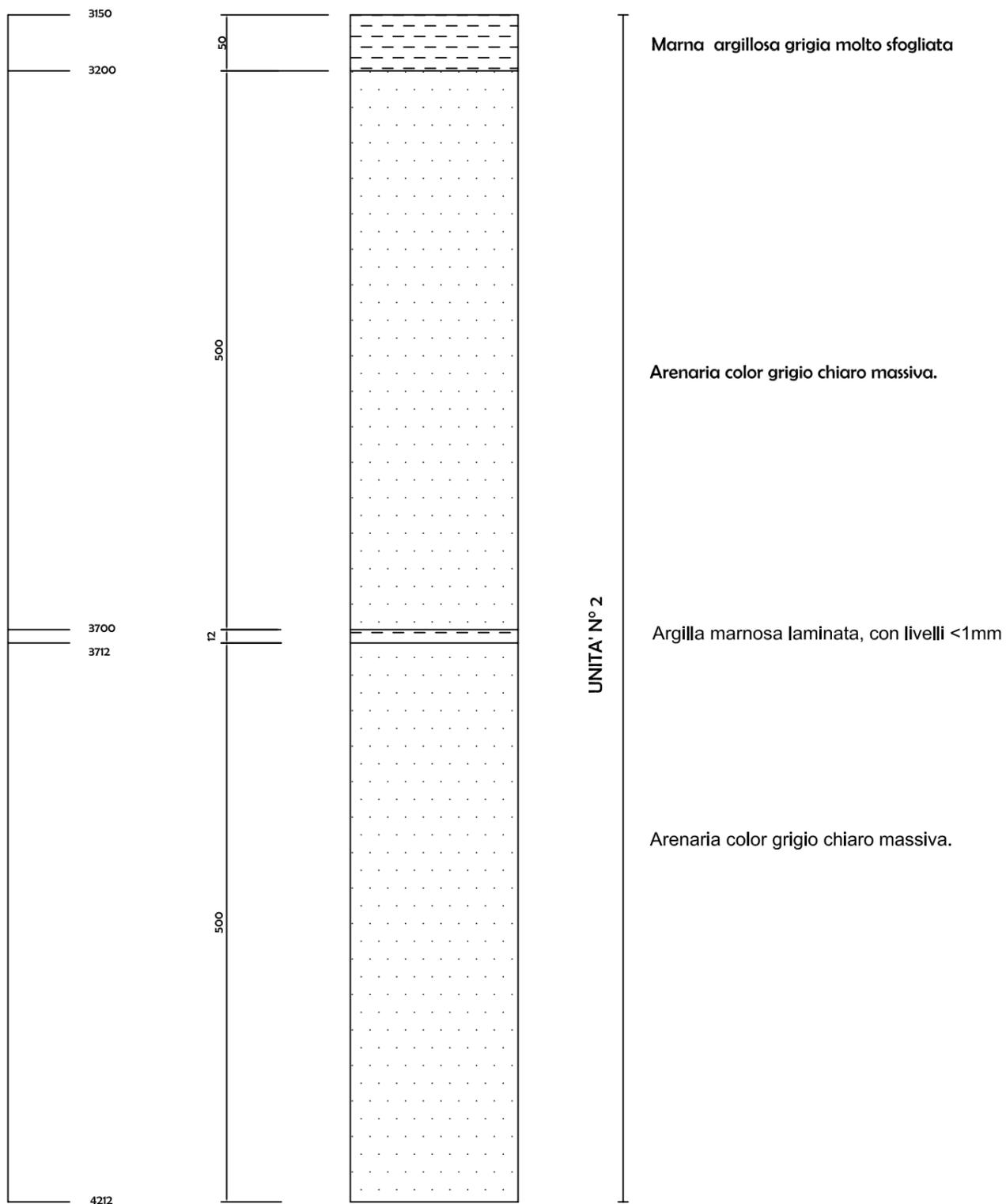
92%

MARNA

8%

SERIE STRATIGRAFICA N°1 (misure in centimetri)

U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA

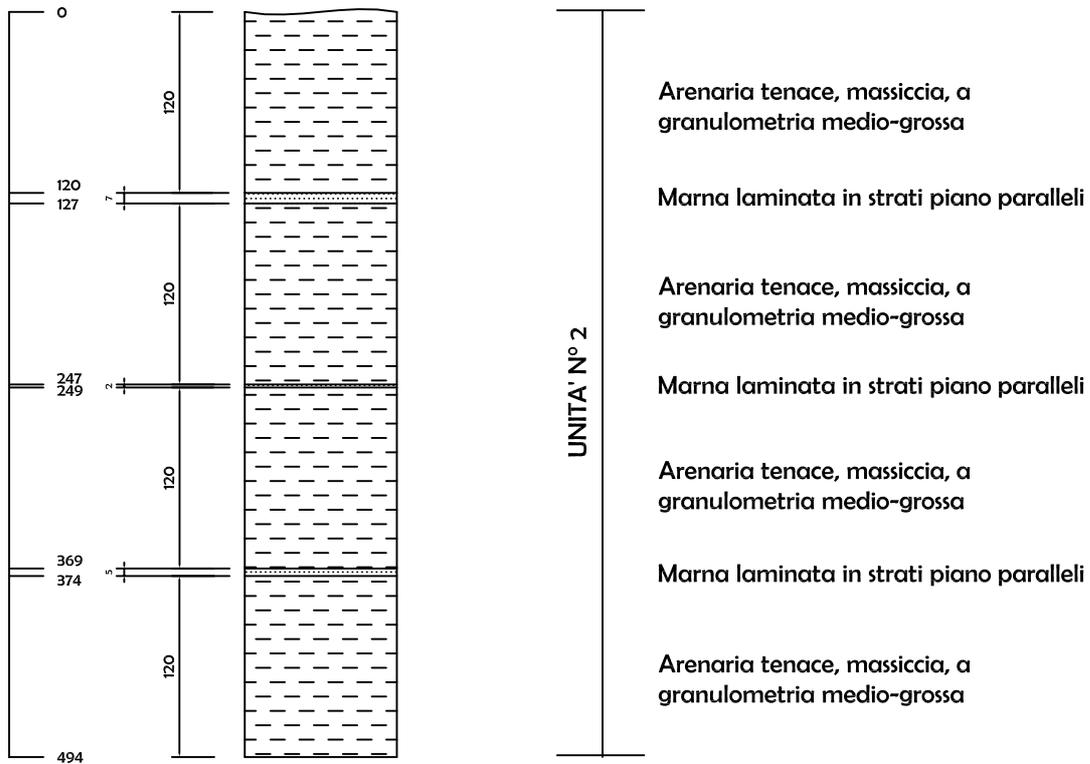


11.50

92%

8%

SERIE STRATIGRAFICA N°2 (misure in centimetri) U2



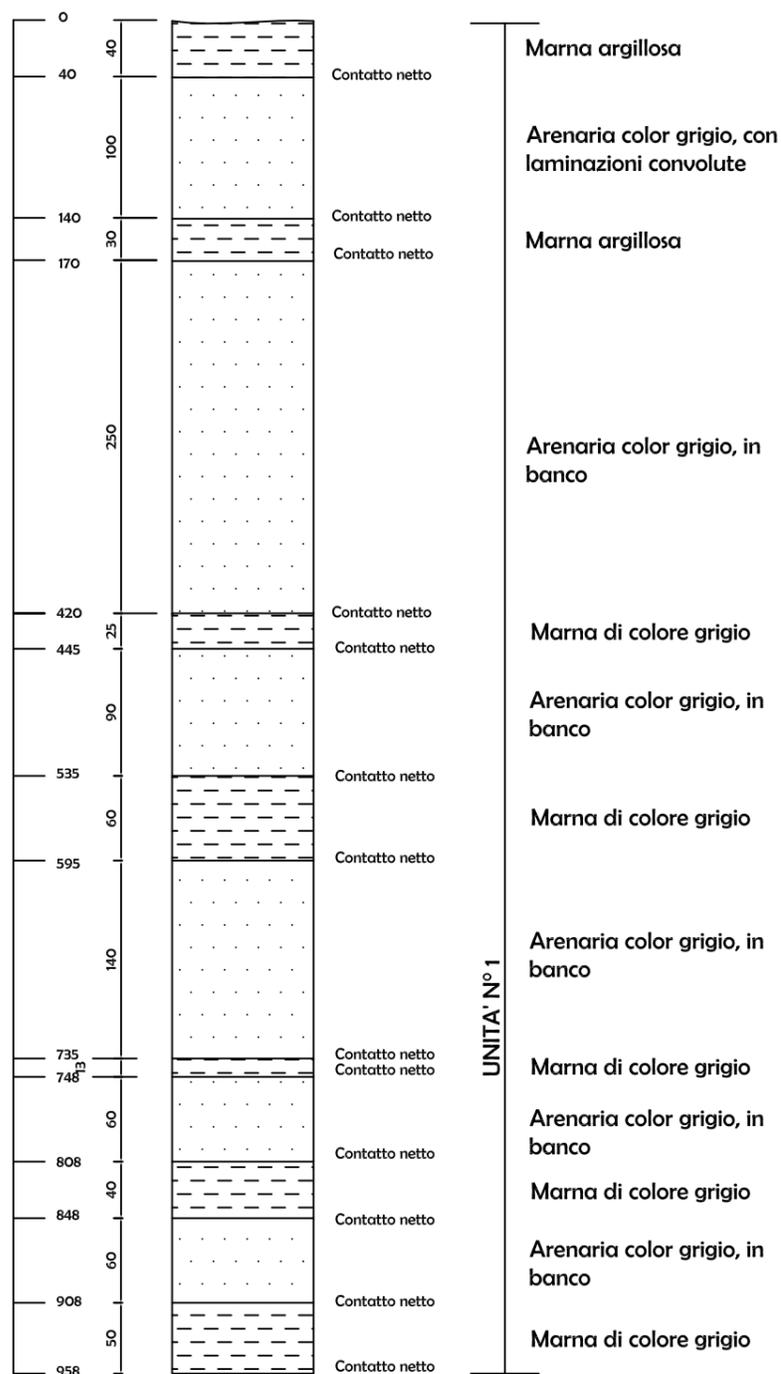
RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA

		34
		97.16%
		2.83%

SERIE STRATIGRAFICA N°3 (misure in centimetri) U1



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA

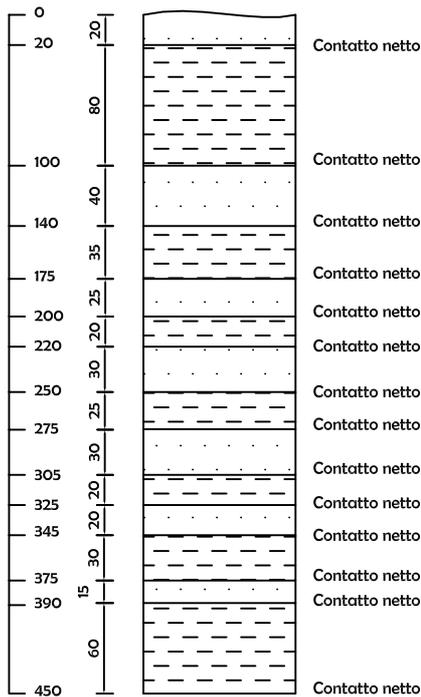
2.71

73.06%

26.94%

SERIE STRATIGRAFICA N°4 (misure in centimetri)

U2



UNITA' N° 2

Arenarie di colore giallastro nella parte alterata e di colore grigio-azzurro al taglio fresco

Marna grigio-azzurra con livelli piano paralleli e fratturazione concoide

Arenarie di colore giallastro nella parte alterata e di colore grigio-azzurro al taglio fresco

Marna grigio-azzurra con livelli piano paralleli e fratturazione concoide

Arenarie di colore giallastro nella parte alterata

Marna grigio-azzurra con livelli piano paralleli e fratturazione concoide

Arenarie di colore giallastro nella parte alterata

Marna grigio-azzurra con livelli piano paralleli e fratturazione concoide

Arenarie di colore giallastro nella parte alterata

Marna grigio-azzurra con livelli piano paralleli e fratturazione concoide

Arenarie di colore giallastro nella parte alterata

Marna grigio-azzurra con livelli piano paralleli e fratturazione concoide

Arenarie di colore giallastro nella parte alterata

Marna grigio-azzurra con livelli piano paralleli e fratturazione concoide

RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA

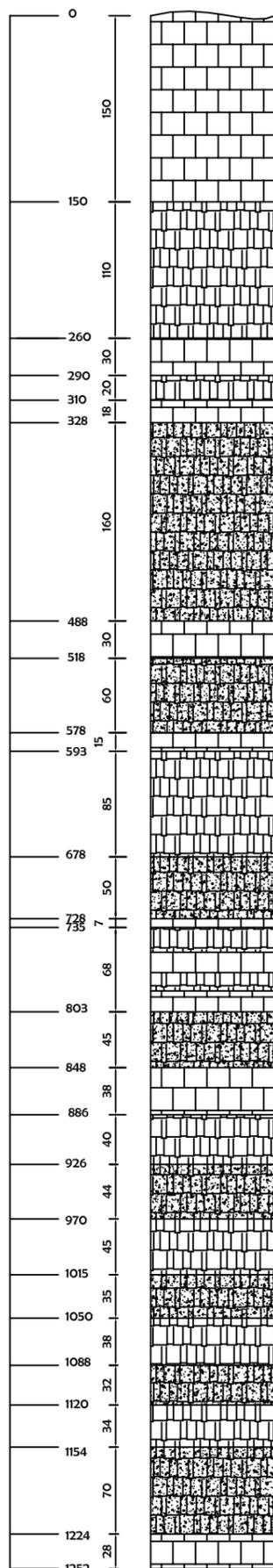


1.5

60%

40%

SERIE STRATIGRAFICA N°5
(misure in centimetri)



Calcere massivo brunastro con impronte basali ed evidenze di laminazione piano parallela (jcs 42-42-42-50-56-48-48-48-48)

Marna fratturata e fortemente alterata con sporadici livelli centimetrici di calcare

Calcere marnoso brunastro-grigio a fratturazione tabulare (jcs 42-42-50-50-46-46-46-46)
Marna calcarea fratturata
Calcere grigio-brunastro

Marna fortemente alterata con coperture terrose e vegetali

Calcere e calcare marnoso (jcs 38-40-36-46-46-46-46)

Marna fortemente alterata con coperture terrose e vegetali

Calcere marnoso

Marna calcarea fortemente fratturata

Marna fortemente alterata con coperture terrose e vegetali

Calcere con tracce di laminazione piano-parallela con evidenze di sfaldatura lungo i piani di laminazione

Alternanza di marne intensamente fratturate e di calcare marnoso (jcs 34-34-36-36)

Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Calcere e calcare marnoso brunastro

Marna calcarea e calcare marnoso fortemente fratturati

Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Marna calcarea e calcare marnoso fortemente fratturati

Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Marna calcarea intensamente fratturata

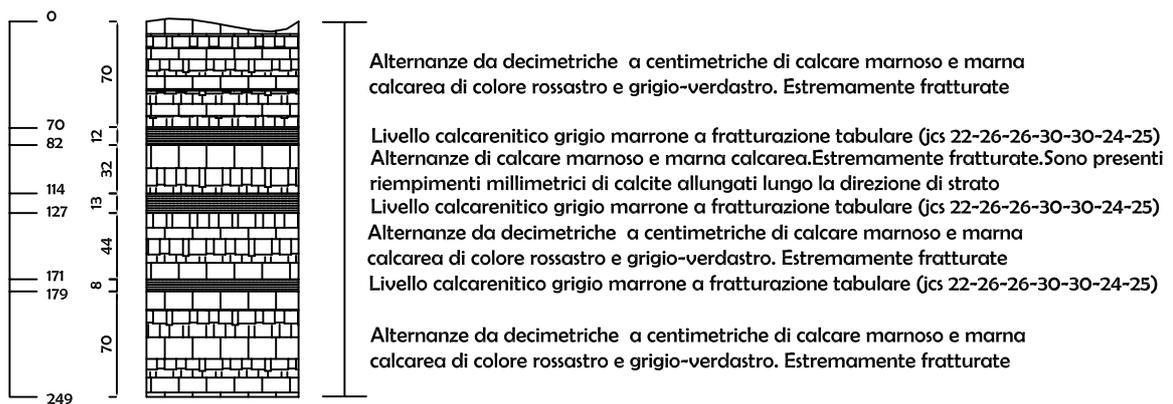
Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Marna calcarea e calcare marnoso fortemente fratturati

Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Calcere massivo brunastro con sporadica fratturazione tabulare (jcs 48-48-48-47-46)

SERIE STRATIGRAFICA N°6 ARS 4 (misure in centimetri)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 01: Serie Stratigrafica 1



Foto 3: Serie Stratigrafica 2



Foto 4: Serie Stratigrafica 3

Foto 5: Panorama da Est lungo la SS4 Salaria di Favalanciata

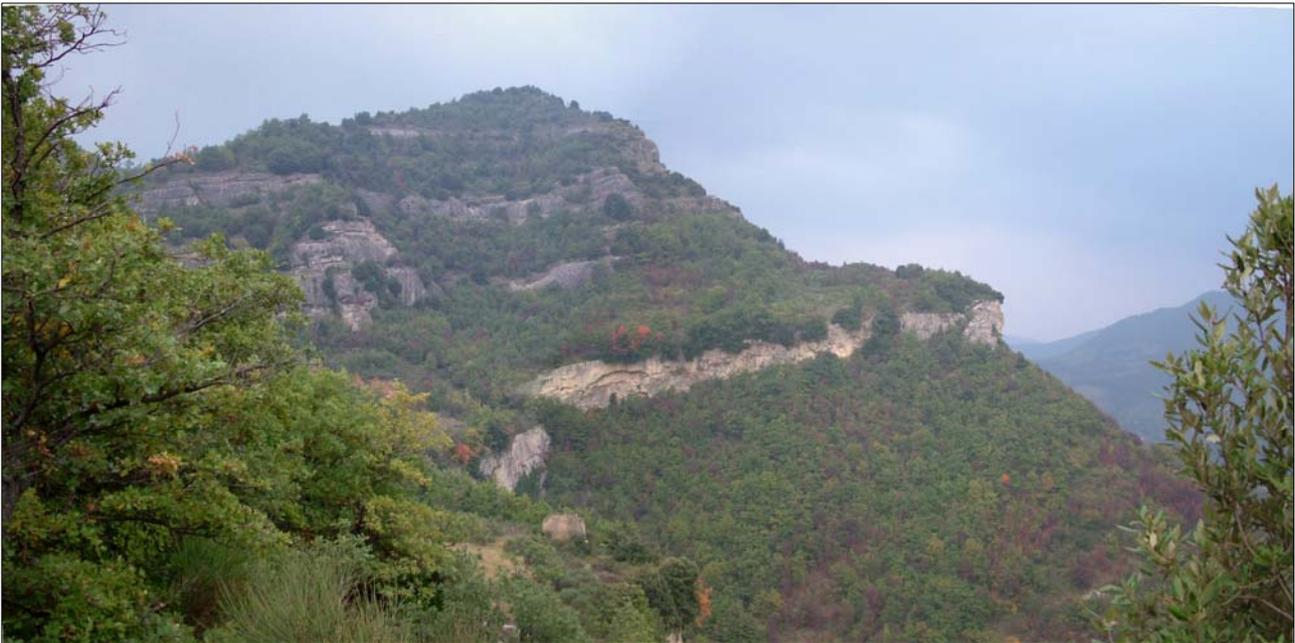
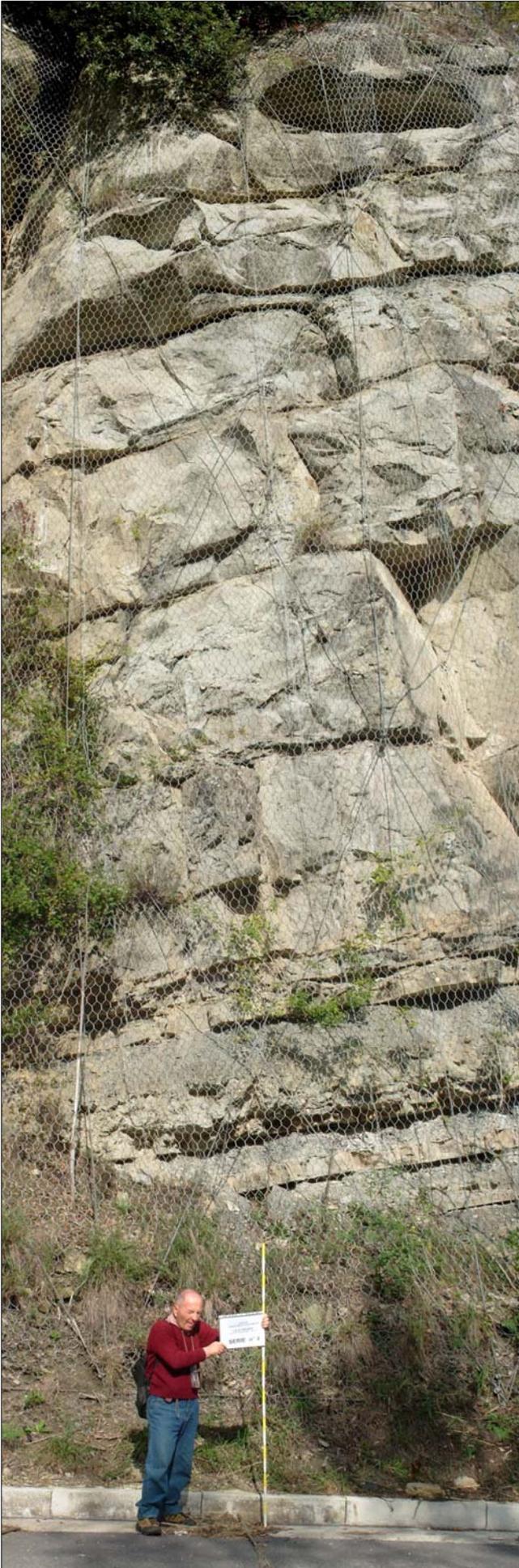


Foto 6 Formazione della Laga (U2) e Membro calcareo Marne con Cerrognia e Marne con Cerrognia - Panorama da Ovest verso Est lungo la strada per Morrice

Serie Stratigrafica 4





ARS 1 in localita' Quintodecimo su formazione della Laga



ARS 2 lungo la strada per S.Vito su Bisciaro



ARS 3 in localita' S.Vito su Marne con Cerrognna



Foto 8 Marne a Pteropodi
ARS 4 - lungo la strada per
Morrice



Foto 11 Galleria vista Est-Ovest. Località Morrice



Foto 12 Formazione della Laga – Panorama dal ponte sul f. Tronto in loc. Quintodecimo

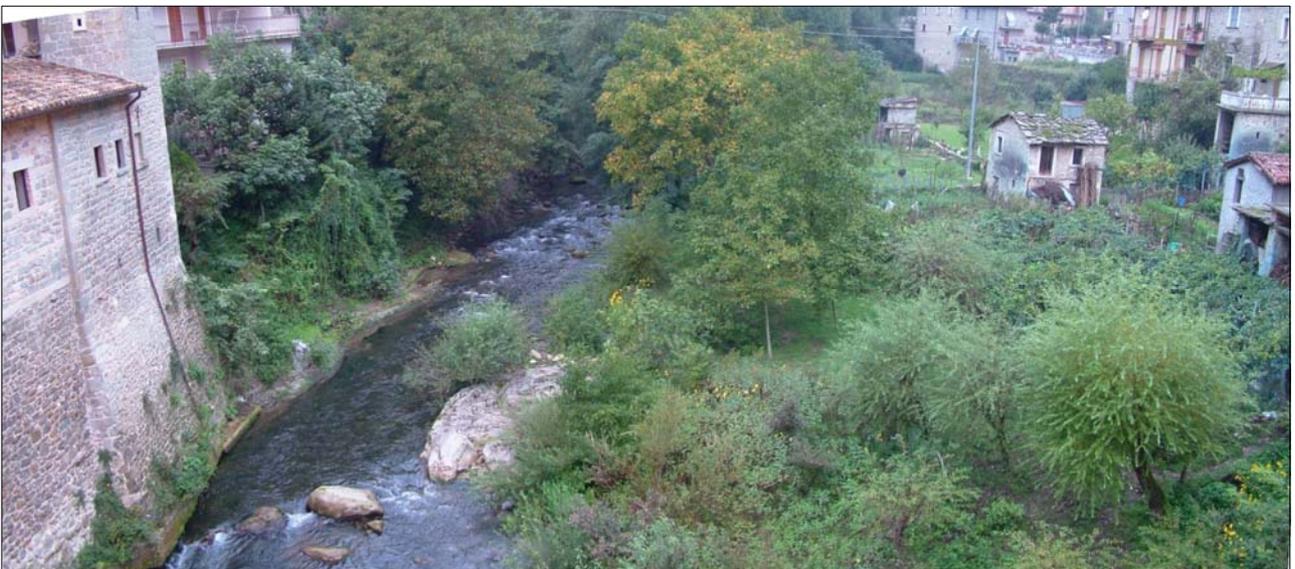


Foto 12' Terrazzo alluvionale di IV ordine del Fiume Tronto – Panorama dal ponte sul f. Tronto in loc. Quintodecimo



Foto 13 Formazione della Laga con sotto Marne con Cerrogna con orizzonte calcareo



Foto 14 Panorama dal ponte della SS4 Salaria sul f. Tronto in loc. Quintodecimo (lato Nord), Marne con Cerrogna

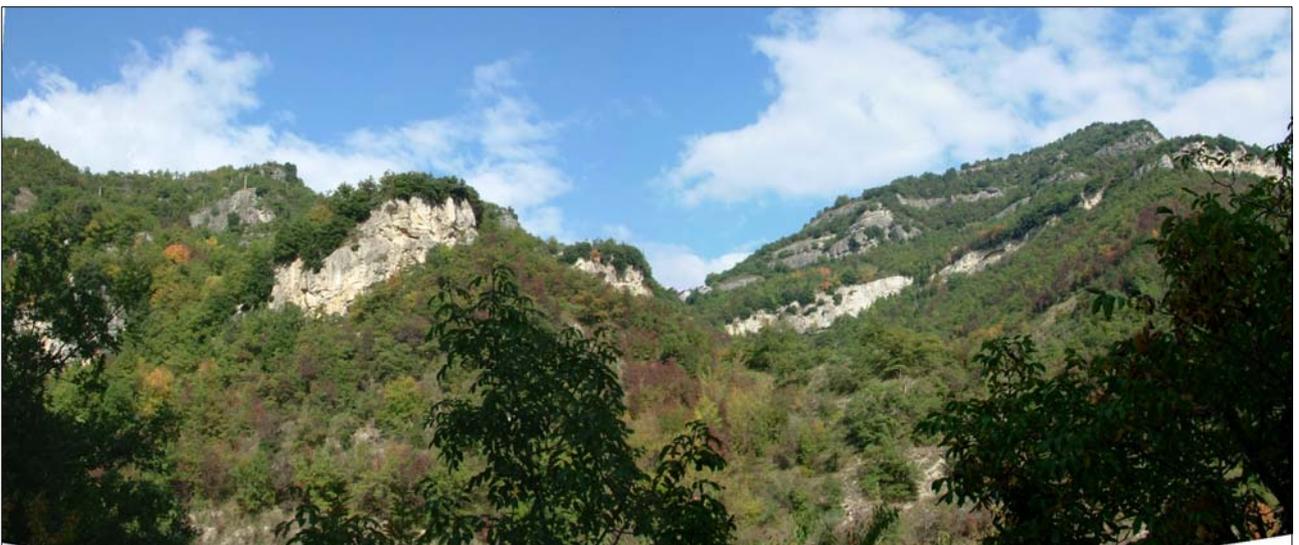


Foto 15 Formazione della Laga + Marne con Cerrogna (orizzonte calcareo)



Foto 16 Marne con Cerrognia passanti a Bisciaro (lato Nord del F.Tronto)



Foto 17 Motivo di piega anticlinale su Bisciaro lungo la SS4 Salaria al km 159+000



Foto 18

Passaggio Scaglia
Cinerea / Bisciaro -
Alveo F.Tronto sotto
l'abitato di Acquisanta
Terme



Foto 19 Passaggio Scaglia Cinerea (sotto) / Bisciaro (sopra) - Alveo F. Tronto sotto l'abitato di Acquasanta Terme



Foto 20 Contatto tettonico Marne con Cerrognia / Bisciaro - Alveo F.Tronto nei pressi delle terme di Acquasanta Terme

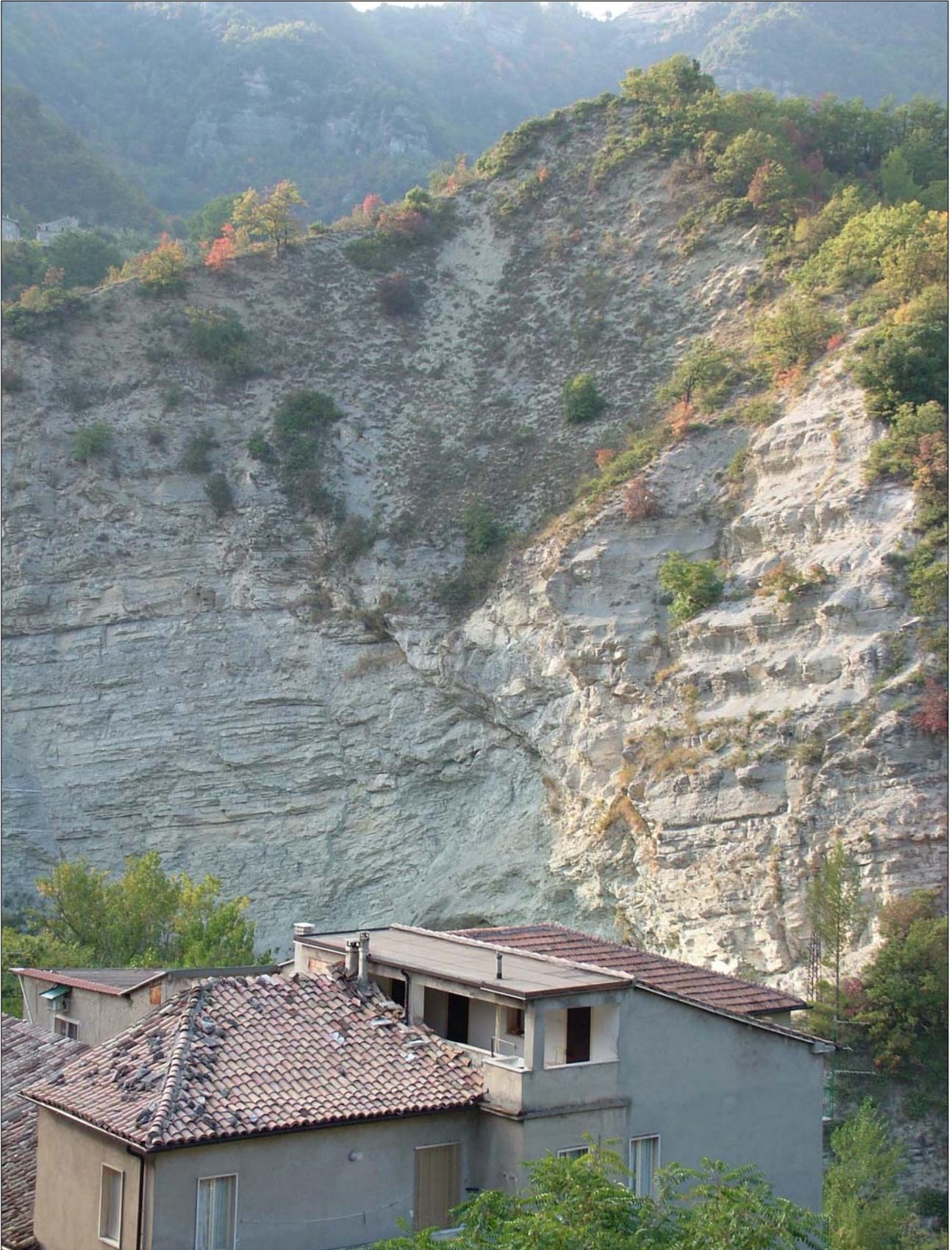


Foto 21 Faglia che disloca Marne con Cerroigna e Bisciaro, vista dalla Strada 554 Salaria nei pressi delle terme - Comune di Acquasanta Terme



Foto 22 Particolare faglia che disloca Marne con Cerrogna e Bisciaro



Foto 23 Affioramento "Livello Raffaello" (ocraceo alterato) al passaggio Scaglia Cinerea/Bisciaro vicino alle terme di Acquasanta Terme



Foto 24 Dettaglio Contatto membro calcareo della Scaglia cinerea al passaggio con il Bisciaro Affioramento vicino alle terme di Acquasanta Terme



Foto 25 Membro calcareo della Scaglia Cinerea - Alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme



Foto 26 Contatto Scaglia Cinerea / Bisciaro- Alveo del Fiume Tronto sotto Acquisanta Terme



Foto 27 Alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme



Foto 28 Contatto Marne con Cerrognana / Bisciarno - Alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme



Foto 29 Scaglia Cinerea in affioramento lungo l'alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme



Foto 30 Faglia che mette in contatto Scaglia Cinerea, Bisciaro e Marne con Cerrogna - Alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme